ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1971 N° 43

LE FROMAGE DE CHEVRE

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Diplôme d'Etat

présentée et soutenue publiquement en mai 1971

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

LEBRETTE (Jean-Pierre, Christian)

Né le 2 juin 1947 à Issoudun (Indre)

Jury :

Président : M. ROUX, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. LABIE, Professeur à l'École Nat. Vétérinaire de Toulouse
M. FALIU, Professeur à l'École Nat. Vétérinaire de Toulouse

IMPRIMERIE TOULOUSAINE Vve LION
16, RUE LAKANAL, 16
TOULOUSE

1971

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546526_0065

LEBRETTE (Jean-Pierre, Christian).

Le fromage de chèvre.

Toulouse, Imp. Toulousaine, 1971, in-8°, 112 pages.

Thèse Vétérinaire, Toulouse, 1971, n° 43.

LEBRETTE (Jean-Pierre, Christian).

Le fromage de chèvre.

Toulouse, Imp. Toulousaine, 1971, in-8°, 112 pages.

Thèse Vétérinaire, Toulouse, 1971, n° 43.

LEBRETTE (Jean-Pierre, Christian).

Le fromage de chèvre.

Toulouse, Imp. Toulousaine, 1971, in-8°, 112 pages.

Thèse Vétérinaire, Toulouse, 1971, n° 43.

LEBRETTE (Jean-Pierre, Christian).

Le fromage de chèvre.

Toulouse, Imp. Toulousaine, 1971, in-8°, 112 pages.

Thèse Vétérinaire, Toulouse, 1971, n° 43.

LE FROMAGE DE CHEVRE

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1971 — N° 43

LE FROMAGE DE CHEVRE

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Diplôme d'Etat

présentée et soutenue publiquement en mai 1971

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

LEBRETTE (Jean-Pierre, Christian)

Né le 2 juin 1947 à Issoudun (Indre)

Jury :

Président : M. ROUX, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. LABIE, Professeur à l'École Nat. Vétérinaire de Toulouse

M. FALIU, Professeur à l'École Nat. Vétérinaire de Toulouse

IMPRIMERIE TOULOUSAINE Vve LION

16, RUE LAKANAL, 16

TOULOUSE

—

1971

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Directeur . . . . . MM. FLORIO.
Directeurs honoraires . . . . . PONS.
DARRASPEN.

Professeur honoraire . . . . . LOMBARD.

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie-Toxicologie.
— Professeur titulaire . . . . . GODFRAIN.
— Maître-Assistant . . . . . Mme BURGAT-SACAZE.
Pharmacie - Toxicologie.

Chaire de Physique-Chimie biologiques et médicales.
— Professeur titulaire . . . . . MM. RICO.
— Maître-Assistant Agrégé . . . . . LORGUE.
Physique biologique et médicale. Chimie biologique et médicale.

Chaire d'Anatomie des Animaux domestiques.
— Professeur titulaire . . . . . PAVAUX.
Anatomie descriptive. Extérieur. Anatomie appliquée. Tératologie.

Chaire de Physiologie - Thérapeutique.
— Professeur titulaire. . . . . RUCKEBUSCH.
— Maître-Assistant Agrégé . . . . . FARGEAS.
Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie.

Chaire d'Histologie - Anatomie pathologique.
— Professeur titulaire. . . . . VAN HAVERBEKE.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire CABANIÉ.
Histologie - Embryologie - Anatomie pathologique.

Chaire d'Hygiène et Industrie des aliments d'origine animale.
— Professeur titulaire . . . . . LABIE.
— Maître-Assistant . . . . . EECKHOUTTE.
Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie des denrées alimentaires d'origine animale.

Chaire de Parasitologie et Maladies parasitaires.
— Professeur titulaire . . . . . BRIZARD.
— Maître-Assistant . . . . . DORCHIES.
Zoologie appliquée. Parasitol. externe. Parasitol. interne. Clinique.

Chaire de Sémiologie et Pathologie médicale des équidés et carnivores.
— Professeur titulaire . . . . . FLORIO.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire LESCURE.
— Maître-Assistant . . . . . GUELFI.
Sémiologie et Pathologie médicale des équidés et des carnivores. Législation vétérinaire et déontologie clinique.

Chaire de Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour.
— Professeur titulaire . . . . . TOURNUT.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire ESPINASSE.
Sémiologie et Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour. Clinique. Clinique ambulatoire.

Chaire de Pathologie chirurgicale.
— Professeur titulaire . . . . . N...
— Maître de Conférences, Chef de Service. . . . . CAZIEUX.
Propédeutique et Sémiologie chirurgicale. Technique chirurgicale. Pathologie chirurgicale. Podologie. Clinique.

Chaire de Pathologie de la Reproduction.
— Professeur titulaire . . . . . BERTHELON.
— Maître de Conférences non Chef de Service, Professeur sans chaire ROYAL.
Sémiologie et Propédeutique. Pathologie de la reproduction. Obstétrique. Clinique.

Chaire de Maladies contagieuses. Zoonoses. Législation sanitaire.
— Professeur titulaire . . . . . SAURAT.
— Maître-Assistant . . . . . CHANTAL.
Maladies contagieuses. Zoonoses. Législation sanitaire.

Chaire de Pathologie générale. Microbiologie. Immunologie.
— Professeur titulaire . . . . . LAUTIÉ.
Microbiologie. Immunologie. Pathologie générale.

Chaire de Zootechnie et d'Economie rurale.
— Professeur titulaire . . . . . QUEINNEC.
— Maître-Assistant . . . . . DARRÉ.
Ethnologie. Génétique appliquée. Hygiène générale. Zootechnie. Elevage. Economie générale et des productions animales.

Chaire d'Alimentation.
— Professeur titulaire . . . . . FALIU.
— Maître-Assistant Agrégé . . . . . GRIESS.
Botanique appliquée et Bromatologie. Agronomie. Alimentation.

COURS COMPLEMENTAIRES - CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Antibiothérapie des Maladies infectieuses . . . . . MM. MONNIER.
Aspect médical des Zoonoses . . . . . ARMENGAUD.
Energétique . . . . . LABOUCHE.
Initiation à l'informatique biomédicale. . . . . FERNET.
Agronomie . . . . . COMBRET.
Métabolismes . . . . . RAYNAUD.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats.
(Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924.)

UNIV. LEIDEN BIBL.

A MES PARENTS

A MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur ROUX

de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

Monsieur le Professeur LABIE

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui nous a inspiré le sujet de notre thèse et nous a dispensé une attention bienveillante et des conseils éclairés au cours de notre travail.

Toute notre reconnaissance et nos respectueux hommages.

Monsieur le Professeur FALIU

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui a bien voulu accepter de faire partie de notre jury de thèse.

Respectueuse gratitude.

A TOUS NOS MAITRES

DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE

DE TOULOUSE

PLAN

INTRODUCTION.

I. TECHNOLOGIE DE LA FABRICATION DU FROMAGE DE CHEVRE.

A. La matière première : le lait de chèvre.

Considérations générales.

Les régions productrices : effectif caprin et productions.

Les animaux producteurs : rappel zootechnique et répartition géographique.

L'obtention d'un lait propre.

Utilisation du lait de chèvre.

Le lait de chèvre.

Sa composition.

Son aptitude fromagère.

Sa conservation.

B. La fabrication du fromage de chèvre.

Les différentes étapes.

L'emprésurage.

Le caillage.

L'égouttage.

Le salage et le ressuyage.

Le séchage et l'affinage.

La congélation et le stockage du fromage de chèvre.

Quelques fromages locaux : les variations dans la fabrication.

Le fromage frais.

Le fromage affiné.

II. ACCIDENTS ET INCIDENTS AUX DIFFERENTS STADES DE LA FABRICATION.

A. Les défauts du lait et ses altérations.

Défauts provenant de l'introduction dans le lait de substances étrangères aux éléments qui s'y trouvent normalement.

Substances étrangères ajoutées accidentellement au lait.
Substances apportées par l'intermédiaire de l'animal.

Altérations et défauts provenant d'une modification des éléments normaux du lait.
Altérations d'origine microbienne.
Altérations d'origine enzymatique.
Altérations d'origine physicochimique.

B. Les incidents au niveau du caillé congelé.

Goût de poisson, goût de suif, goût métallique, goût d'oxydé. Goûts plats et goûts douceâtres.

C. Les défauts du fromage : accidents et incidents de la fabrication.

Quelques remarques sur les laits de mammites et leurs effets défavorables.
Incidence de bactéries présentes dans une présure contaminée sur des défauts de texture et de saveur du fromage de chèvre.
Accidents et incidents divers dans la fabrication du fromage de chèvre.
Les défauts d'aspect.
Les défauts de texture.
Les défauts de prise.
Les défauts de goût.
Les antibiotiques.
Les antiseptiques et le nettoyage.

III. LES FRAUDES SUR LE FROMAGE DE CHEVRE.

A. Dans sa composition.

Quelques rappels législatifs.
L'adultération du lait de chèvre par le lait de vache.
Méthode proposée par Lopez (1936).
Méthode proposée par A. Chollet et A. Camus (1937).
Méthode proposée par G. Hadlang et P. Solberg (1952).
Méthode proposée par S. Kuzdzal, Savoie et W. Kuzdzal (1959).
Méthode proposée par Pierre Alice et A. Portmann (1970).

B. Sur sa forme et son nom.

CONCLUSION.

INTRODUCTION

Le fromage de chèvre, en France, a une valeur commerciale beaucoup plus élevée que celle du fromage de vache; la production reste faible pour une demande assez forte d'un produit de luxe et doté de qualités organoleptiques particulières.

Cette étude sur le fromage de chèvre, tout en restant basée principalement sur la technologie, la pathologie et les fraudes, tente de montrer :

— D'une part, la diversité des fromages de chèvre en France, qui, si elle présente un intérêt touristique, n'en demeure pas moins un anachronisme à l'heure industrielle;

— D'autre part, l'intérêt, aussi bien des producteurs que des fabricants et des consommateurs, de déterminer des facteurs qualitatifs et quantitatifs qui n'existent encore qu'à l'état de projet.

Enfin, elle essaie d'apporter quelques renseignements sur la pathologie et les travaux effectués jusqu'à ce jour, à propos des fraudes réalisées sur le fromage de chèvre.

« Demain, la chèvre peut avoir un rôle à jouer dans les régions défavorisées et, dès aujourd'hui, grâce à elle, des éleveurs se sont accrochés à leurs terres, ont modernisé leurs méthodes et se sont organisés alors que, dix ans plus tôt, ils étaient prêts à tout abandonner. » (« Le Monde », septembre 1965.)

Ce n'est pas là la moindre satisfaction.

I. TECHNOLOGIE DE LA FABRICATION DU FROMAGE DE CHEVRE

A. La matière première : le lait de chèvre

CONSIDERATIONS GENERALES

Les régions productrices : effectif caprin et productions

L'effectif caprin

L'effectif caprin, en 1968, était d'un million de caprins se répartissant en 800 000 femelles d'un an et plus, 30 000 mâles d'un an et plus et 170 000 chevreaux. Pour 1969, les prévisions envisagent une augmentation de 50 000 caprins environ.

D'après le tableau suivant :

— Effectif et répartition de cet effectif dans les vingt-cinq départements possédant la population caprine la plus importante. (Services statistiques du Ministère de l'Agriculture.)

DEPARTEMENTS	Mâles d'un an et plus	Femelles d'un an et plus	Chevreaux de moins d'un an	T O T A L	Mâles d'un an et plus	Femelles d'un an et plus	Chevreaux de moins d'un an	T O T A L	Classement par Effectif
	ANNEE 1968 en milliers de têtes				Prévisions année 1969 en milliers de têtes				
AIN	0,3	19,5	2,5	22,3	0,3	19,5	2,5	22,3	13 ème
ALLIER	0,6	12,0	2,4	15,0	0,7	12	2,3	15,0	17 ème
BASSES-ALPES	0,3	10,8	0,8	11,9	0,3	10,8	0,8	11,9	19 ème
ARDECHE	0,8	47,8	8,9	57,5	0,8	48	8,5	57,3	2 ème
CHARENTE	0,4	13,0	2,8	16,2	0,4	13	3	16,4	17 ème
CHARENTE-Mme	0,5	15,0	4,0	19,5	0,5	15	4	19,5	14 ème
CHER	0,2	27,7	3,9	32,5	0,9	29	4,2	34,1	10 ème
CORSE	1,5	30,00	3,5	35,0	1,5	30	3,5	35,-	9 ème
DORDOGNE	0,2	4,0	0,2	5,1	0,2	4	0,9	5,1	25 ème
DROME	0,8	32,0	6,4	46,2	0,8	44	7,4	52,2	6 ème
INDRE	1,5	43,0	10,0	54,5	1,2	46	10	57,2	5 ème
INDRE-et-LOIRE	1,1	28,0	11,0	40,1	1,-	28,5	6	35,5	7 ème
ISERE	1,5	46,0	7,5	55,0	1,7	46	7,5	55,2	4 ème
LOIR-et-CHER	0,6	24,0	5,0	29,6	0,6	24	6	30,6	11 ème
LOIRE	0,3	22,0	2,0	24,3	0,3	21	2,5	23,9	12 ème
LOIRET	0,2	4,5	1,5	6,2	0,2	4,5	1,5	6,2	23 ème
LOT	0,2	5,5	1,5	7,2	0,2	5,5	1,5	7,1	22 ème
LOZERE	0,3	8,2	1,5	10,0	0,3	8,2	1,5	10,-	21 ème
PUY-DE-DOME	1,0	14,0	3,5	18,5	1	14,-	3,6	18,6	15 ème
RHONE	1,0	13,5	3,2	17,7	0,8	13,5	4,5	18,7	16 ème
SAONE-et-LOIRE	1,0	33,0	4,0	38,0	1,-	33	4	38	8 ème
SAVOIE	0,3	9,0	2,0	11,3	0,3	9	2	11,3	20 ème
HAUTE-SAVOIE	0,2	4,3	1,5	6,0	0,2	4,3	1,5	6	24 ème
DEUX-SEVRES	2,1	67,0	18,5	87,7	2,7	84	19	105,7	1 ér
VIENNE	1,3	48,0	7,0	56,3	1,3	49	7,4	57,7	3 ème

TOTAL FRANCE 1968 : 800.000 femelles - 30.000 Mâles - 70.000 chevreaux ⟶ soit 1 MILLION de caprins

On note donc :

— Des départements en hausse : les Deux-Sèvres, la Vienne, l'Indre, la Drôme, le Cher, le Loir-et-Cher, le Rhône.

— Des départements stationnaires : l'Isère, la Saône-et-Loire, la Corse, la Haute-Loire, la Charente-Maritime, le Puy-de-Dôme, la Charente, l'Allier, le Gard, les Basses-Alpes, la Savoie, la Lozère, le Lot, le Loiret, la Haute-Savoie.

— Un département en baisse : l'Indre-et-Loire.

Production laitière et utilisation

La production laitière caprine était en 1967 de 2 860,2 milliers d'hectolitres de lait, dont 1 015 seulement furent collectés; 1 029 servant à la fabrication du fromage fermier.

En 1968, sur 2 894,4 milliers d'hectolitres, le pourcentage de lait collecté fut le même, mais il faut considérer que c'est une moyenne portant sur la France entière. Les départements à faible effectif y prennent part et, là, la production fromagère est uniquement fermière.

Pour les départements à gros effectif, la proportion de lait collecté atteint des pourcentages beaucoup plus importants :

— 80 pour cent pour les Deux-Sèvres, la Vienne,

— 60 pour cent pour l'Indre, l'Indre-et-Loire,

Par contre, dans l'Isère, sur 218,5 milliers d'hectolitres produits, 3,5 seulement sont collectés.

TABLEAU

montrant la production laitière caprine et son utilisation dans les vingt-cinq départements venant en tête de la production laitière caprine. (Services Statistiques du Ministère de l'Agriculture.)

	PRODUCTION			UTILISATION					
	Nbre moyen de femelles ayant donné du lait Milliers de têtes	Production moyenne par tête et par an. en litres.	Production totale Milliers d'hl.	Collecte	Ventes à la ferme en nature	Auto-consommation familiale du lait en nature.	Alimentation des jeunes animaux.	Fabrication de fromage fermier	Divers Pertes
DEUX-SEVRES	68,0	480	422,5	378,4			35,0	9,0	0,1
VIENNE	47,5	460	218,5	175,0		0,5	43,0		
ISERE	46,0	475	218,5	3,5			42,0	173	
INDRE	45,0	450	202,5	90,0			3,0	109,5	
DROME	4,4	400	176,0	48,3		12,0	40,1	75,6	
Alp. Mmes	48,0	350	168,0	34,4		8,4	25,2	100,-	
CHER	26,3	460	121,0	48,0	0,4	0,1	40,8	31,5	0,1
INDRE-et-LOIRE	28,0	400	112,0	66,9	0,1	2,0	18,0	25,0	
SAONE.et.LOIRE	33,0	300	99,0	5,0			20,0	73,8	0,2
HTE-LOIRE	28,0	354	99,0	3,2			32,0	62,8	1
AIN	19,5	410	80,0				16,0	64,0	
LOIRE	22,0	350	77,0	1,0			37,0	39,-	
CHARENTE-MME	15,0	456	68,4	29,4	0,5	0,5	20,0	18,0	
CHARENTE	13,0	500	65,0	33,6	1,0	2,0	26,0	2,4	
PUY-DE-DOME	14,0	375	52,5				20,0	32,5	
RHONE	14,2	315	44,7	3,6		2,1	7,9	31,1	
ALLIER	12,0	320	38,4		0,3	0,6	25,4	12	0,1
LOZERE	8,2	420	34,4	4,4		1,1	10,0	18,3	
G A R D -	11,3	300	33,8	4,8		4,8	12,4	4,7	
BASSES-ALPES	10,8	300	32,4	18,5		3,5	3,2	17,2	
CORSE	26,0	110	28,6	5,0	1,0	4,0	4,0	14,6	
SAVOIE	8,5	250	21,2			4,2	8,3	8,7	
LOIRET	5,0	400	20,0	5,5			9,0	5,5	
LOT	5,4	350	18,9	0,5			4,7	13,7	
MAINE-et-LOIRE	4,2	450	18,9	9,5		1,5	4,5	3,4	

Les animaux producteurs : rappel zootechnique et répartition géographique

L'Alpine

Le standard officiel, selon le Professeur Letard, MM. Charlet et P. Crépin, la définit comme une chèvre de grande taille (70 à 85 cm au garrot), longue de 1,10 m à 1,20 m, avec une poitrine profonde, une croupe large. Le pis est volumineux, bien attaché, se rétractant après la traite. La peau est fine et souple.

On distingue deux variétés :

L'Alpine chamoisée.

Elle se répartit sur toute la moitié sud de la France. Originaire de Savoie, elle s'implante en 1920 dans l'Indre et en Touraine. En race pure, avec contrôle des performances, elle est exploitée dans quarante-cinq départements. On la trouve surtout dans les Deux-Sèvres, l'Indre-et-Loire, l'Indre, le Loir-et-Cher, le Loiret, l'Yonne, la Saône-et-Loire, la Côte-d'Or, l'Aveyron, la Vienne, la Charente-Maritime.

En 1967, 4 540 lactations contrôlées donnent une moyenne de 624 kilogrammes de lait.

La Saanen.

En France, la Saanen est une variété de l'Alpine connue en Alsace depuis deux cents ans. En 1942, une importation importante eut lieu dans la Drôme. Actuellement, grâce à l'insémination artificielle, la population caprine de la Drôme, de l'Ardèche, de la Lozère et du Gard évolue rapidement vers ce type.

C'est un animal de 75 à 85 cm au garrot, de poids moyen : 56 kg; la robe est blanche, la tête concave, la mamelle ovale. Sa production moyenne dans son

berceau d'origine est de 700 à 800 kg de lait en trois cents jours de lactation.

La race poitevine

En France, la Poitevine est un animal longiligne de 0,75 à 0,90 m au garrot, de poids moyen : 53 kg. La tête est triangulaire, sans cornes, le corps est volumineux et la mamelle allongée et régulière à trayons volumineux. La robe est foncée, tirant vers le noir. Son berceau est la région des sources de la Sèvre niortaise et elle s'est étendue et s'étend vers le Maine-et-Loire, la Vendée, la Dordogne, la Corse, la Haute-Vienne, la Saône-et-Loire, la Seine-et-Marne. La production moyenne en 1967 était de 680 kg, montrant une augmentation de 40 kg sur la moyenne de 1966.

Le taux de matières azotées totales dépasse 31 pour mille chez plus de 33 pour cent des troupeaux, et M. Forger, cité par Daunizeau, note que la chèvre poitevine produit 10 grammes de matière grasse et 15 grammes de caséine de plus par litre de lait que l'Alpine, d'où un rendement infiniment plus intéressant dans la fabrication des fromages (Guillet-Lhermite).

Répartition géographique et évolution

Les trois quarts de l'effectif caprin se trouvent concentrés dans deux zones : le Centre-Ouest, avec 360 000 têtes, et le Sud-Est, avec 400 000 têtes. L'Ardèche (57 000 têtes), la Drôme (52 000), la Corse (35 000), les Deux-Sèvres (105 000) se placent en tête des départements français. Si le nombre de caprins en France a subi une baisse notoire, passant de 1 560 000 têtes en 1903 à 1 129 000 en 1963, par contre, il a augmenté nettement dans le Centre-Ouest et le Sud-Est et atteint actuellement 762 000 têtes.

Cette augmentation concerne le Cher, l'Indre, les Deux-Sèvres, la Charente et la Charente-Maritime pour le Centre-Ouest; la Lozère, la Haute-Loire, le Rhône, la Drôme, le Vaucluse pour le Sud-Est. Les facteurs de variation sont, en grande partie, liés à l'absence ou à l'existence d'une collecte du lait. Dans le Centre-Ouest, un réseau dense de laiteries permet de livrer le lait en nature, de même dans la Lozère et la Drôme.

L'extension du cheptel est également encouragée par la présence de centres urbains importants et de centres touristiques qui, eux, permettent l'écoulement des fromages fermiers.

D'une manière générale, ce sont les départements à gros effectifs qui sont en voie d'extension, exception faite de l'Ardèche et de l'Isère.

L'obtention d'un lait propre

La traite des chèvres est de deux sortes :

La traite manuelle

Elle est encore pratiquée par la majorité des éleveurs. Un éleveur peut traire trente chèvres en une heure. Mais un certain nombre de précautions sont à prendre pour obtenir un lait propre. (Le lait de chèvre est un des laits le plus aisément pollué et où l'acidité se développe le plus rapidement. Les laiteries se plaignent, en effet, souvent, de cette acidité, qui gêne la fabrication de fromages de bonne qualité.)

Il faut :

— des animaux propres, sains, en particulier la mamelle. Les animaux à poil court ou tondus sont préférables;

— traire proprement : laver la mamelle avant la

traite, avoir les mains propres, éviter la chute des poussières, poils, etc., dans le seau;

— filtrer le lait aussitôt après la traite, dans un filtre métallique perforé muni d'un disque d'ouate cellulosique, souvent fourni gratuitement par la laiterie. Ce disque doit être remplacé à chaque traite et même à chaque bidon;

— sortir le lait rapidement de l'étable car le lait fixe rapidement les odeurs (fumier, bouc...);

— le refroidir rapidement dans un refroidisseur ou tremper le bidon dans de l'eau fraîche, en changeant l'eau dès qu'elle est tiède. Le lait sera placé ensuite dans un endroit frais ou, mieux encore, dans une armoire frigorifique;

— laver très soigneusement et stériliser si possible les récipients, seaux, bidons, filtres, mais en se méfiant des détergents, qui peuvent gêner les fermentations utiles lors de l'affinage des fromages. Après le lavage, on rincera donc soigneusement à l'eau propre.

La traite mécanique

Si elle est relativement plus rapide et bien acceptée par les chèvres, elle réclame une très grande propreté. La machine devra être bien entretenue, démontée fréquemment et nettoyée soigneusement selon les conseils des constructeurs. Chaque mamelle devra être saine, une mammite pouvant s'étendre à tout le troupeau par l'intermédiaire des gobelets trayeurs.

Utilisation du lait de chèvre

Le fromage fermier

L'élevage caprin subit actuellement la même évolution que l'ensemble de l'agriculture française. Les

structures, l'habitat, l'alimentation, la traite, la conduite du troupeau et la commercialisation régissent la production fromagère (J. J. Cassar).

L'élevage ménager.

Avec moins de dix chèvres par exploitation, il ne représente que 20 pour cent des troupeaux. Se nourrissant des taillis et talus, ces troupeaux disparaissent peu à peu. Le lait n'est, pour ainsi dire, jamais collecté car les laiteries hésitent à envoyer chaque jour un camion pour ramasser quelques litres de lait de chèvre, d'hygiène souvent douteuse.

L'élevage familial.

Comprenant jusqu'à cinquante chèvres par exploitation, il représente en gros 75 pour cent des troupeaux. Sa localisation est mouvante. La traite est, pour 95 pour cent, faite « en place » souvent mécanisée et, pour 5 pour cent, en salle de traite.

En stabulation entravée, lorsque l'éleveur n'a pas recours à la salle de traite, les animaux ne quittent pas leur place. La traite s'effectue alors de deux façons : soit manuellement, méthode qualifiée par M. J. Sorrel de « traite en place », soit avec un chariot de traite mobile, c'est alors la traite « en place mécanisée ».

Là où la collecte est peu développée, la production de fromage fermier est donc obligatoire. Les fermières apportent leurs fromages sur les marchés ou les vendent à un éleveur de fromages de chèvres qui passe régulièrement, chaque semaine, collecter les fromages frais et se charge ensuite de les affiner et de les écouler.

L'élevage spécialisé.

Un pour cent des troupeaux répondent à ce type d'élevage. Ils comportent plus de cinquante chèvres,

parfois cent et au-delà. Dans un quart des élevages, la traite est effectuée « en place mécanisée »; pour les autres, elle se fait en salle de traite.

Si un fromage sur six est actuellement de fabrication fermière, le fromage fermier est appelé à diminuer de plus en plus du fait de la disparition des petits élevages. Les zones de production fermière sont surchargées de multiples petites productions peu rentables et où les éleveurs se désintéressent de plus en plus de l'élevage caprin.

Le fromage laitier

La production du fromage laitier se développe de plus en plus, liée d'ailleurs à l'extension actuelle des troupeaux. Les éleveurs se regroupent en coopératives et si, en 1961, 45 millions de litres furent collectés dans le Centre-Ouest, en 1966 ce furent 72 millions, soit une augmentation de 60 pour cent en cinq ans. Pour le Sud-Est, cette augmentation de la collecte est encore plus importante. Tout cela étant dû, nous l'avons vu, à une diminution des fabrications « fermières » et à un souci de régulariser une production autrefois anarchique et saisonnière.

Un certain nombre de règles de discipline, tels le contrôle du cheptel, le contrôle de l'alimentation, des règles de qualité, des règles de mise en marché et des règles de commercialisation concourent à l'extension de cette fabrication industrielle à l'heure du Marché commun.

On citera ainsi la Fédération des Laiteries coopératives « Touraine et Maine-Anjou », la « Coopérative fromagère d'Anjouin », recouvrant l'Indre et le Cher, les Coopératives laitières de la Vienne, au nombre d'une quinzaine et qui collectent 80 pour cent environ de la production laitière du département, etc.

LE LAIT DE CHEVRE

Sa composition

Le lait de chèvre a été défini par Ferrand « comme un liquide de couleur d'un blanc presque mat, avec une odeur et une saveur particulières, rappelant les émanations cutanées de l'animal ».

L'eau est à un taux moyen de 860 grammes pour un litre avec des écarts allant de 900 grammes à 820 grammes. L'extrait sec total a une valeur de 13,8 pour cent avec des écarts variant de 17,9 pour cent à 9,85 pour cent. Il est donc un peu plus riche que le lait de vache.

Le lactose, avec un taux moyen de 48 grammes par litre, variant de 57,7 grammes à 32,6 grammes, donne au lait de chèvre une valeur énergétique de 79 cal/100 g, donc un peu supérieure à celle du lait de vache.

Le taux butyreux

D'après le tableau n° 1, on voit que le lait de chèvre est très riche en matière grasse pendant les mois d'automne et d'hiver : sept mois avec plus de 40 grammes par litre. C'est la période de plus faible production.

Les diminutions les plus fortes d'avril, mai, juin correspondent au début de la lactation et se poursuivent pendant le mois de juillet. C'est la période de plus forte production.

TABLEAU N° 1

Lait de laiterie. Les chiffres portent sur quatre années : 1963 à 1967.

Mois	En grammes par litre		En grammes par kg	
	Chèvre	Vache	Chèvre	Vache
Janvier	42,2	39,1	40,9	37,9
Février	42,7	38,5	41,4	37,3
Mars	41,9	38,3	40,6	37,1
Avril	40,1	37,8	38,9	36,6
Mai	38,4	36,8	37,2	35,7
Juin	37,3	36,8	36,2	35,7
Juillet	36,2	36,6	35,1	35,5
Août	36,5	37,5	35,4	36,4
Septembre	38	38,3	36,9	37,1
Octobre	41	38,6	39,8	37,4
Novembre	41,2	39	40,6	37,8
Décembre	42,6	39	41,3	37,8

(Selon A. FATOUX.)

Les butyromètres, dans les laiteries, sont gradués en grammes par litre, alors que le contrôle laitier s'exprime en grammes par kilogramme. Ce sont des chiffres moyens portant sur quatre années consécutives. Les chiffres du contrôle laitier sont plus faibles, allant de 30 à 35 grammes. Ce sont des chèvres donnant entre 400 et 1 000 kg de lait, alors que les chèvres des laiteries produisent entre 300 et 500 kg.

TABLEAU N° 2

Nature des acides gras des glycérides

Catégorie des acides gras	Nombre d'atomes de carbone	Proportion p. cent — Chèvre	Vache
A. Acides gras saturés :			
a) Volatils solubles :			
— Butyrique	C 4	3	4
— Caproïque	C 6	2	2
		— 5	— 6
b) Volatils insolubles :			
— Caprylique	C 8	3	1
— Caprique	C 10	10	2
— Laurique	C 12	6	2
		— 19	— 5
c) Fixes :			
— Myristique	C 14	12	8
— Palmitique	C 16	28	26
— Stéarique	C 18	7	13
— Arachidique	C 20	0,5	0,5
		— 47,5	— 47,5
B. Acides gras insaturés :			
— Décénoïque	C 10 - C 16	4	2
— Oléique	C 18	19	32
— Linoléique	C 18 - C 22	4	4
	C 20 - C 22		1

(Selon Gilbert GAILLARD et Christian HUNI.)

TABLEAU N° 3

Valeur des indices

Indices	Chèvre	Vache
Indices Reichert-Meissel-Wolny (RMW) : Acides volatils solubles.	19 à 25	25 à 33
Acide butyrique : pourcentage.	4	5
Indice de Polenske : Acides volatils insolubles.	5 à 10	1,5 à 3
Indices d'iode : Acides non saturés.	25 à 33	30 à 45
Indice de saponification.	232 à 240	220 à 232

Il a été démontré que les acides caproïque, caprylique, caprique, forment un ensemble spécifiquement odorant lors de la libération des acides gras à la maturation des fromages et contribuent à l'odeur recherchée par les consommateurs.

La matière azotée

La matière azotée totale, déterminée par la méthode au noir amido, varie comme suit :

TABLEAU N° 4

En grammes par kilogramme de lait

Mois	Lait de chèvre	Lait de vache
Janvier	36,1	33,9
Février	33,2	32,8
Mars	30,8	32,9
Avril	28,9	32,4
Mai	28,4	32,5
Juin	27,5	29,6
Juillet	27,6	30,6
Août	27,9	30,7
Septembre	30	32,2
Octobre	33,5	32,6
Novembre	36,3	33,3
Décembre	37,7	33,7

On peut remarquer que la richesse moyenne annuelle est de 31,45 grammes de matière azotée par kilogramme de lait.

La richesse en protéines varie en sens inverse de la production du lait, tout comme le taux butyreux; mais les variations, ici, sont plus importantes, de l'ordre de 10 grammes entre l'été et décembre. Les chiffres sont supérieurs à ceux du contrôle laitier, pour les raisons décrites dans le chapitre précédent.

D'après la formule de Mocquot et Alais (1950) :

$$\text{MAC p. cent} = 100 - 100\ K \frac{TP'}{TP}$$

avec MAC p. cent : proportion de matières azotées coagulables dans les matières azotées totales;

$$\text{avec } K = \frac{900 - 0{,}9\ TB - 1{,}45\ TP}{900 - 0{,}9\ TB' - 1{,}45\ TP'}$$

avec TB : teneur en matière grasse du lait,
— TB' : teneur dans le lactosérum,
— TP : teneur en protéines,
— TP' : teneur dans le lactosérum.

Cette proportion est de l'ordre de 69 pour cent, avec des extrêmes de 67,2 pour cent en août et 69,6 pour cent en novembre. Rappelons que le taux de MAC du lait de vache est nettement plus élevé, de l'ordre de 75 pour cent.

Sels minéraux et acide citrique

TABLEAU N° 5

	Valeur moyenne pour mille
Potassium (K_2O)	1,6
Sodium (Na_2O)	0,4
Calcium (CaO)	1,17
Magnésium (MgO)	0,15
Phosphore (P_2O_5)	1,0
Chlore (NaCl)	1,5
Soufre	0,2
Acide citrique	1,5

(D'après Gueguen, Journet et Salmon-Legagneur.)

Les sels minéraux sont en plus grande quantité dans le lait de chèvre que dans le lait de vache. La différence est particulièrement nette pour le phosphore, qui varie du simple au double d'une espèce à l'autre.

Leur taux varie de 0,39 pour cent à 1,6 pour cent, avec un taux moyen de 0,76 pour cent.

Le taux de calcium est de 1,17 g/kg de lait. Ce taux, aussi important que dans le lait de vache, diminue de février à juillet puis s'accroît.

On pense que ce taux, qui varie en sens inverse de la durée d'éclairement, est en partie sous l'influence de la lumière.

Composants biochimiques

Enzymes.

Il existe deux phosphatases :

— Une phosphatase acide, dont le pH maximum d'activité est de 5,3;

— Une phosphatase alcaline, dont le pH maximum d'activité est de 10.

Vitamines.

Vitamine A. — Dans le colostrum et le lait de chèvre, on trouve uniquement de la vitamine A et pratiquement pas de caroténoïdes.

Vitamine C. — Dans un litre de lait de chèvre, on trouve 17,7 mg d'acide ascorbique.

Vitamine B_1. — Le taux est plus élevé dans le lait de chèvre que dans le lait de vache.

Son aptitude fromagère

En France, l'élevage de la chèvre est axé sur la production fromagère, puisque, en dehors du lait consommé par les jeunes, toute la production laitière est

transformée en fromages (Fatoux, 1965). Il est donc important, tout en s'occupant de la quantité de lait produit, principal caractère à sélectionner, de considérer la composition du lait de chèvre, qui varie plus, nous l'avons vu, que la composition du lait de vache.

Les races françaises, Alpine, Saanen, Poitevine, donnent en moyenne un lait plus pauvre que le lait de vache. La seule sélection sur la quantité risquerait de donner naissance à des souches produisant beaucoup de lait, mais un lait très pauvre en qualité.

Des travaux réalisés par G. Ricordeau et G. Mocquot ont permis de connaître l'influence des variations saisonnières de la composition du lait de chèvre sur le rendement en fromage, pour en tirer des conclusions en vue de la sélection.

Matériel et méthodes

L'étude fut entreprise dans deux laiteries traitant uniquement du lait de chèvre et fabriquant un même type de fromage :

- La laiterie d'Anjouin dans l'Indre (A).
- La laiterie de Moissac dans la Lozère (B).

Les analyses furent effectuées par la station expérimentale de Poligny (Jura) sur des échantillons de lait, de sérum et de fromage.

— Sur le lait et le sérum :

recherche du taux de matière grasse (méthode Gerber) ;
recherche du taux de calcium (méthode de Jenness).

— Pour les fromages, on dose l'extrait sec, la teneur en matières azotées et les cendres. La teneur en graisse du fromage est donnée par la formule suivante :

$$\frac{\text{(Extrait sec total)} - \text{(Matières azotées} + \text{[cendres])}}{\text{(Extrait sec total}}$$

La teneur en matières grasses azotées coagulables dans la matière azotée totale est calculée d'après la formule de Mocquot et Alais donnée précédemment.

— Le rendement en fromage est représenté par le poids de fromage obtenu à partir de 100 kg de lait mis en œuvre. Une correction proposée par Maubois et Mocquot (1967) est utilisée pour tenir compte des variations observées en pratique dans la teneur en extrait sec des fromages et dans laquelle :

ES_1 = quantité d'extrait sec contenu dans 100 g de fromage obtenu;

ES_2 = quantité d'extrait sec contenu dans 100 g de fromage moyen.

(Le fromage moyen est celui dont la teneur en extrait sec est égale à la moyenne de toutes les fabrications.)

S = quantité d'extrait sec contenu dans 100 g de lactosérum.

Pour 100 grammes de fromage, la correction C est :

$$\frac{100\ (ES_1 - ES_2)}{ES_2 - S}$$

Résultats obtenus

Paramètres statistiques.

Le taux butyreux varie de la même façon dans les deux laiteries. L'amplitude de variation du taux de protéines est moins importante dans la laiterie B.

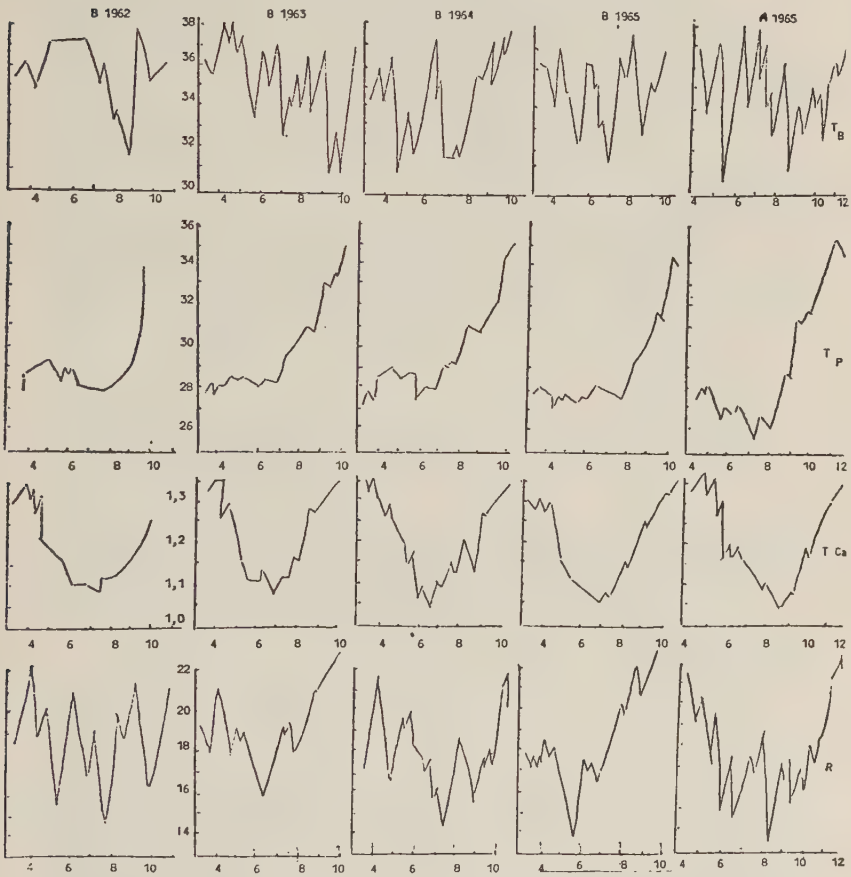
Le taux de calcium est aussi variable que le taux butyreux ou le taux de protéines.

Le poids moyen des fromages (P_1) est plus variable dans la laiterie B que dans la laiterie A, ceci étant dû à un mode de fabrication différent.

La perte de poids des fromages entre le démoulage et huit jours (P_1 — 2) est le paramètre le plus variable, ce qui correspond à l'avis des fromagers suivant lequel l'égouttage et le séchage des fromages sont des opérations difficiles à contrôler.

TABLEAU N° 6

Evolution saisonnière de la composition du lait



Evolution de la composition du lait de mélange dans les deux laiteries en fonction du mois et de l'année de contrôle. **De haut en bas :** taux butyreux, taux de protéines, taux de calcium. Rendement au démoulage : quatre années pour la laiterie B, une année pour la laiterie A.

— Même sur les laits de mélange (400 à 6 000 litres), le taux butyreux (TB) apparaît très variable d'une semaine à l'autre. Il semble donc difficile de baser la valeur fromagère du lait de chèvre sur un composant aussi variable pour une aussi courte période. Comme nous l'avons déjà remarqué, le taux butyreux décroît jusqu'au mois d'octobre, puis augmente jusqu'en février.

— Le taux de protéines (TP) est très stable d'un contrôle à l'autre. Il reste constant ou diminue légèrement jusqu'en juillet-août, puis augmente rapidement jusqu'en décembre (laiterie A).

— Le taux de calcium a également un mouvement saisonnier rigide. Il diminue de février à juillet, puis s'accroît.

— La proportion de matières azotées coagulables est peu variable. La variation saisonnière observée (minimum en juillet, août) n'est pas significative.

Étude statistique des relations entre le rendement en fromage et les principaux composants du lait.

Le rendement en fromage est influencé par la richesse du lait en protéines, en matière grasse, en calcium et par la production de matières azotées coagulables. Il est également en corrélation positive avec le poids moyen des fromages.

- *Rendement en fromage et richesse en protéines du lait.*

Des quatre composants pris en considération, le taux de protéines apparaît comme la meilleure base d'estimation du rendement en fromage. La corrélation entre le rendement frais et le TP est de 0,87 dans la laiterie A, et de 0,68 dans la laiterie B.

On a observé que, dans la laiterie A, l'augmentation

du taux de protéines du lait entraîne une baisse de l'extrait sec des fromages (mais la corrélation observée [$r = -0{,}35$] est peu significative) et une augmentation du rendement. On obtient donc plus de fromage avec un peu plus d'eau et moins de graisse dans l'extrait sec.

• *Rendement et taux butyreux.*

La relation entre le taux butyreux et le rendement en fromage est moins étroite que celle existant entre le taux de protéines et le rendement.

• *Rendement et taux de calcium.*

Le taux de calcium est en relation étroite avec le rendement : $r = 0{,}72$ dans la laiterie A et $r = 0{,}65$ dans la laiterie B. On observe dans la laiterie B une baisse annuelle des rendements frais associée à une baisse annuelle de la teneur moyenne des laits en calcium. Ceci n'est pas observé dans la laiterie A.

• *Rendement en fromage à partir du taux de protéines et du taux butyreux.*

A partir d'une équation de régression double, de la forme $R_1 = Cte + 0{,}15\ TB + 0{,}62\ TP$, on obtient une estimation encore meilleure du rendement.

• *Estimation du rendement après correction pour l'extrait sec de fromage.*

A partir des résultats de la laiterie A, on a mis en évidence une corrélation négative entre le rendement et l'extrait sec des fromages. Il convient donc de faire une correction en utilisant un extrait sec moyen de 42,92 pour cent à l'aide de la formule de Maubois et Mocquot (1967). On obtient ainsi une amélioration de la précision du rendement.

A partir d'une équation de régression multiple

$R_2 = f$ (TP, TB, ES), on obtient l'explication à 87 pour cent du rendement en fromage.

Résultats et conclusion

Le rendement en fromage dépend donc de la compétence du fromager, des techniques de fabrication et de la composition du lait.

— Le rôle du fromager reste difficile à préciser. La technique fromagère joue un rôle important et il convient donc d'uniformiser les fabrications (poids moyen des fromages et extrait sec) pour améliorer la précision des estimations en rendement d'après la richesse du lait.

— La composition du lait montre que :

La seule connaissance du taux des protéines permet d'expliquer jusqu'à 76 pour cent des variations du rendement en fromage. Ces résultats, obtenus en laiterie sur des laits de grand mélange, donnent les mêmes valeurs que sur des laits de petit mélange. Portmann (1967) obtient des résultats assez comparables.

Tout ceci a permis aux généticiens de préconiser une sélection fromagère basée sur la quantité de protéines au lieu de la sélection beurrière pratiquée chez les bovins (Ricordeau et Mocquot, 1967; Portmann, Pierre et Vedrenne, 1968). Toutefois, le taux butyreux du lait conditionne la richesse en graisse des fromages. Par là, il joue un rôle important dans les caractères organoleptiques. Le goût si particulier du fromage de chèvre dépend de sa richesse exceptionnelle en acides caprique, caprylique et caproïque, qui représentent 14 pour cent des acides gras du lait de chèvre contre 7 pour cent dans le lait de vache (Kuzdzal-Savoie, 1962). Or, pour garantir les qualités gustatives des fromages, la législa-

tion exige un « gras sec » d'au moins 45 pour cent, ce qui nécessite environ 26 grammes de matière grasse par kilogramme de lait mis en œuvre. Or le taux butyreux moyen des chèvres contrôlées en France est de 33,9 g/kg (Disset, Ricordeau, Cottin-Vidal, 1965). Donc, les laits de mélange transformés par les laiteries sont encore excédentaires en graisse. La richesse en matière grasse n'est donc pas le facteur limitant du rendement et de la qualité des fromages.

Par contre, la proportion de protéines coagulables par rapport aux matières azotées totales n'est que de 70 pour cent dans le lait de chèvre (76 pour cent dans le lait de vache). Il ne suffit donc pas d'augmenter la quantité totale de protéines. Il s'agit de savoir si la fraction coagulable des protéines est un caractère héritable et suffisamment variable pour être amélioré par sélection.

La technologie a donc le souci de récupérer pour la fabrication des fromages une fraction aussi importante que possible des protéines solubles, qui vont normalement dans le sérum de fromagerie et sont donc perdues.

Des recherches sur la récupération des protéines coagulables sont effectuées actuellement au laboratoire de technologie laitière de Surgères. Quant aux études génétiques, elles sont réalisées sur les chèvres du troupeau expérimental de Bourges et sur les chevrettes filles des boucs en testage à la station de testage caprin de Moissac (Lozère).

Sa conservation

Le problème, dans la fromagerie de chèvre, est de répartir la production de lait de chèvre sur toute l'année. La solution consiste à conserver le lait, récolté

pendant la période de lactation maximale, pour le réutiliser au moment où la production est la plus faible, c'est-à-dire de novembre à mars.

Le lait de chèvre peut être stocké à l'état de poudre. Celle-ci, après avoir été additionnée d'eau pour parvenir au volume initial de lait, est ajoutée au lait frais lors de la fabrication du fromage de chèvre. Cependant, l'apport de lait reconstitué ne doit pas dépasser 15 pour cent de la quantité de lait frais. Si l'on incorpore une quantité plus grande de lait en poudre, elle exerce une influence défavorable sur la qualité des fromages. De plus, la déshydratation du lait exige, pour être rentable, un volume de production jamais atteint en pratique et un lait de très bonne qualité.

Aussi, la conservation du lait à l'état de fromage permet-elle de parvenir à des résultats plus satisfaisants. Toutefois, cette conservation devra s'effectuer à une température égale ou inférieure à — 18 °C. L'application du procédé au fromage affiné ne donne pas satisfaction; aussi préfère-t-on conserver le fromage avant affinage, ce dernier étant réalisé ultérieurement sur le fromage décongelé.

B. La fabrication du fromage de chèvre

LES DIFFERENTES ETAPES

L'emprésurage

C'est une opération qui consiste en l'addition de présure pour provoquer ou accélérer la coagulation du lait.

On utilise la présure du commerce, de concentration variable allant de 1/2 500 à 1/10 000. Pour une bonne préparation de la présure, on peut la verser dans un peu d'eau, mélanger avec une cuillère, puis verser le tout dans le récipient et remuer l'ensemble de nouveau pour obtenir un mélange homogène. La présure est mesurée avec une pipette, et la quantité est légèrement diminuée en été et augmentée en hiver.

Importance de la température du lait

Elle doit être suffisante pour favoriser l'action de la présure (20 à 25 °C). La température du lait au moment de la traite convient, soit 22 à 30 °C. On peut limiter le refroidissement du lait en maintenant les pots dans un local tempéré, 18 °C en été, 20 °C en hiver. L'été, par temps orageux, il faut refroidir le lait pour éviter un caillage trop rapide donnant un caillé spongieux. On plongera les récipients de lait dans l'eau fraîche ou l'on ventilera, arrosera le sol...

Importance de l'acidité du lait

La coagulation acide et la coagulation présure sont deux phénomènes bien distincts (tableau n° 7), mais ne pouvant se substituer l'un à l'autre.

TABLEAU N° 7

Caractéristiques des deux modes de coagulation de lait

	Coagulation par	
	Action de la présure	**Acidification spontanée**
Processus biochimique	Action enzymatique (lactose non dégradé)	Fermentation lactique aux dépens du lactose
Modification de la caséine	Transformation en paracaséine sépration d'une partie non protéique	Pas de modification chimique de la protéine elle-même
pH	6,8	4,6
Composition du coagulum	Phosphoparacaséinate de chaux	Caséine pure déminéralisée
Nature du coagulum	Gel élastique imperméable	Caillé friable sans cohésion
Synérèse (rétraction naturelle du caillé et expulsion du sérum)	Rapide mais faible expulsion de sérum	Lente mais forte expulsion de sérum

La coagulation d'un lait trop acide doit être conduite avec le souci d'obtenir un caillé de composition et de structure aussi voisines que possible de celles d'un caillé provenant d'un lait d'acidité normale. Cet excès d'acidité provient de la mamelle, mais surtout des instruments utilisés, insuffisamment stérilisés (Roger Veisseyre : « Techniques laitières »).

L'acide lactique provient du lactose attaqué par les ferments lactiques. Il excite l'action de la présure (coagulante et contractile) et protège le caillé contre les

autres fermentations nuisibles (colibacilles). Une bonne acidité permet d'obtenir un caillé ayant retenu moins de sérum, qui se comportera mieux à l'égouttage et à l'affinage. De plus, elle permet aux matières grasses de dégager l'arôme recherché.

A la traite, le lait a une acidité normale de 14 à 16 degrés Dornic, augmentant de 2 à 3 degrés en début de lactation ou diminuant de 2 à 3 degrés en fin de lactation. Au moment de l'emprésurage, l'acidité doit être d'environ 22 à 24 degrés Dornic. On ne doit pas dépasser 28 à 30 degrés Dornic. Si le lait est trop bien stérilisé, on ensemencera le lait en ferments lactiques deux heures avant l'emprésurage, soit :

— avec des ferments lactiques achetés à un laboratoire, soit avec du sérum de la veille ou d'un voisin qui réussit bien ses fromages (une cuillerée à café par litre).

TABLEAU N° 8

	Lait A	Lait B	Lait C
Ferments lactiques à dose :	Faible	Moyenne	Forte
Temps de prise en minutes :	25 mn faible	15 mn normal	10 mn insuffisant (1)
Rendement en fromages frais :	Moyen (2)	Normal	Apparemment élevé (3)

(Daprès M. BRENET, Ste-Maure, 5-3-70.)

(1) L'acidité forte a dissous le liant (phosphate) et le caillé reste crémeux.

(2) Il y a peu de sérum dans le récipient A, le fromage frais a un rendement plus élevé, mais le sérum retenu partira ensuite à l'égouttage puis au séchage, entraînant le sel et facilitant le développement de l'oïdium.

(3) L'excès d'acidité a empêché la contraction du caillé, d'où mêmes inconvénients qu'en (2).

Le caillage

Le caillage ou coagulation se traduit physiquement par la floculation des micelles de caséine qui, sous l'influence de la présure, forment un réseau fortement hydraté. Le caillé est un gel compact, il emprisonne le liquide de dispersion que constitue le sérum.

La coagulation peut se séparer en trois phases :

— Dans un premier temps, Berridge et Alais ont montré le rôle joué par la caséine κ qui influence la formation des micelles (fig. 1). La molécule de phosphocaséinate est scindée en deux parties inégales, la plus importante pour le fromager étant le paraphosphocaséinate.

Cette première étape est primordiale et conditionne la précipitation ultérieure du complexe.

— Dans une deuxième phase, le lait, sous l'action de la présure, prend en masse et les micelles de caséine forment un réseau fortement hydraté. Le temps de prise varie de quinze à trente minutes (fig. 2).

— Dans un troisième temps, les ions calcium provoquent, par formation de ponts entre les molécules, une densification de la masse (fig. 3) et une déshydratation par un phénomène de type « Salting out » : le caillé expulse, par contraction des micelles (synérèse), une partie de son eau qui donne le sérum : c'est l'égouttage qui aboutit à un caillé ferme (fig. 4).

Fig I Fig 2 Fig 3 Fig 4

Le sérum dans lequel flotte le caillé est composé surtout d'eau, mais renferme également des matières minérales et du lactose dont une partie est transformée en acide lactique.

Nous avons vu précédemment le rôle du pH et de la température du lait pour retarder ou pour accélérer la formation du caillé.

Si l'acidité est trop importante, elle solubilise le phosphate de calcium du caillé dont la contraction s'arrête. Le caillé est moins lié et s'écrase sous le doigt. A dose encore plus forte, la soudure et la contraction du caillé ne se font plus, le phosphate ou liant étant dissous avant la soudure du caillé.

En conclusion, pour une bonne coagulation, il faut penser à la température et à l'acidité du lait au moment de l'emprésurage. En hiver, on attendra que les ferments lactiques se soient développés pour emprésurer, tout en veillant à la température du lait. En été, on emprésurera plus vite et un peu moins, l'acidité étant généralement suffisante.

Il sera bon d'utiliser deux thermomètres là où est stocké ou transformé le lait : un pour connaître la température du lait, l'autre pour connaître la température du local.

L'égouttage

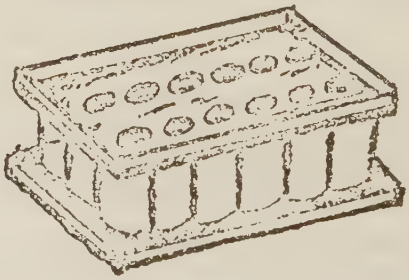
Il a lieu après le temps de caillage qui sépare le moment de l'emprésurage de l'instant où le caillé présente la consistance ferme recherchée pour commencer l'égouttage. La fin du caillage est toujours déterminée par des procédés empiriques, exigeant du fromager du doigté et une grande expérience.

Le caillage terminé, la synérèse commence immédiatement. On voit apparaître à la surface du caillé des

gouttelettes de sérum exsudant des micelles de paracaséinate. Le caillé est dit perlé. Puis les gouttelettes se font plus nombreuses et se rassemblent : on dit que le caillé est fleuri. Enfin, la synérèse s'accentuant, la surface du gel se recouvre entièrement d'une nappe de sérum dont le volume va croissant.

L'égouttage a lieu dans une salle où la température peut être assez basse : 10 à 12 °C. Il se fait en moules perforés qui peuvent être en plastique, métalliques ou en poterie (grès). En production fermière, ces moules sont munis d'un fond perforé. En laiterie, ils sont le plus souvent sans fond pour faciliter les opérations de manipulation.

On prélève le caillé à l'aide d'une louche et, en évitant de le briser ou de le diviser, on le place délicatement dans les moules. On utilise, pour réduire les frais de main-d'œuvre, des multi-moules qui sont des sortes de bacs plats dont le fond est percé d'ouvertures correspondant aux moules sur lesquels ils sont posés. On verse le caillé sur ce plateau, qui joue le rôle d'un entonnoir multiple. Le travail est plus rapide, mais le caillé est davantage brisé que dans le remplissage moule par moule.



Système « Multi-moules »

L'égouttage dure environ vingt-quatre heures. Au bout de quelques heures, pour faciliter l'égouttage, les

fromages sont retournés sans les sortir du moule. Le retournement est facile et il est possible de retourner vingt à trente moules d'un coup grâce à des bacs en plastique sur lesquels se posent les moules. Les moules peuvent être mis à égoutter sur des tables en bois recouvertes ou non d'une feuille métallique, avec une pente ou rigole aménagée pour recueillir le sérum (utilisé pour nourrir les porcs). Un caillebotis facilite l'écoulement du sérum.

Le salage et le ressuyage

Le salage joue un triple rôle :

— Il contrarie certaines proliférations microbiennes. Certains microorganismes sont sensibles à des concentrations en sel assez faibles : tel *Oidium lactis* qui est responsable de la « grosse peau » sur les fromages mal égouttés ou peu salés. Le sel freine aussi le développement des bactéries putréfiantes et productrices de gaz. Par contre, il gêne peu le développement des *Penicillia.*

— Il complète l'égouttage du caillé par drainage du sérum, grâce à son hygroscopie, et relève sa saveur.

— Il intervient sur l'activité des enzymes. Un excès de sel ralentit l'affinage et augmente légèrement la solubilité des protéines du fromage frais.

On emploie le plus souvent du sel fin, pur, sec et bien égrugé, et parfois du gros sel après égouttage et ressuyage du caillé. Le sel est employé à la dose de 1 pour cent du fromage, celui-ci étant assez ressuyé pour éviter l'entraînement du sel par l'écoulement du sérum. Néanmoins, le fromage ne devra pas être trop sec, sinon le sel ne pénètre plus dans la pâte.

Une fois sorti des moules, le fromage est saupoudré de sel et mis à ressuyer dans des caisses à fond perforé

ou formé de lattes. Parfois, ce fond est recouvert de paille sur laquelle on dépose les fromages.

Le séchage et l'affinage

L'affinage n'a pas seulement pour but la formation de l'arôme et de la saveur du fromage, mais il doit donner aussi la texture désirée à la pâte et l'aspect extérieur typique (Charles Alais : « Sciences du lait »). C'est un phénomène complexe, résultat global de phénomènes variés : protéolyse, désamination et décarboxylation, lipolyse et dégradation des acides gras, saccharolyse et fermentation de l'acide lactique. A cela s'ajoutent les actions synergiques des substances sapides.

Les modifications sont de cinq sortes :

1° Perte d'humidité au séchage.
2° Destruction totale du lactose, neutralisation ou disparition de l'acide lactique.
3° Solubilisation partielle de la caséine (protéolyse) et modification de la texture.
4° Hydrolyse limitée de la matière grasse.
5° Formation de la croûte.

Pour l'obtention d'une qualité régulière, la température du local où a lieu l'affinage doit être constante : 10 à 14 °C. Une température trop élevée peut provoquer le développement de certains champignons ou levures indésirables et, dans certains cas, un rougissement des fromages. Une ventilation insuffisante peut produire des fromages qui « graissent ».

Une laiterie exposée au nord permet de limiter les excès de température l'été, mais l'hiver un réchauffage sera nécessaire.

En laiterie, le local porte le nom de haloir dans lequel humidité, ventilation, température sont réglées.

Les fromages sont placés sur des claies en bois ou métalliques superposées, de manière à loger un maximum de fromages sur une surface donnée.

L'originalité de l'installation réside ici dans son aménagement. Le haloir et la salle d'affinage sont en effet confondus en un seul local.

1) D'une part, cinq cellules en forme de tunnel, délimitées par des murs creux à paroi soufflante, chaque tunnel correspondant à une production journalière de 5 000 fromages. Ceux-ci, rangés sur des étagères roulantes, séjournent cinq jours dans le tunnel. La ventilation est faite alternativement d'un mur creux vers l'autre. L'air conditionné est soufflé horizontalement au niveau même des étagères et l'alternance du sens de soufflage procure une bonne homogénéité du halage.

2) D'autre part, le reste de la salle sert de salle d'affinage : là stationnent pendant une semaine les étagères retirées du halage. L'air conditionné est distribué par des diffuseurs plafonniers et repris par des gaines encastrées dans les plinthes. La ventilation est beaucoup moins intense que dans les cellules de halage.

Cette disposition procure donc une bonne commodité pour les manutentions. De plus, elle permet d'obtenir une bonne qualité permanente de fabrication sans, bien entendu, prétendre aux qualités supérieures obtenues parfois par les méthodes empiriques.

Ainsi, où qu'il soit, le fromage doit être retourné chaque jour dans le but de conserver sa forme et pour que le séchage, la manutention, l'affinage soient uniformes et homogènes. Pour obtenir une aération, donc un séchage maximum, on réduira les surfaces de contact du fromage avec son support. La moisissure est provoquée par un pénicillium dont les colonies sont de couleur variée. En laiterie, on utilise généralement le

Penicillium candidum qui donne un feutrage blanc. Le retournement des fromages permet à la moisissure de se développer convenablement sur la face se trouvant précédemment au contact avec le clayon.

A la ferme, l'endroit favorable pour l'affinage est variable au cours de l'année. Ce sera tantôt une cave (cave taillée dans le roc, très fréquent en Touraine), tantôt un cellier. Parfois, c'est un couloir de maison où les fromages sont placés sur des clayettes suspendues au plafond. Certains éleveurs saupoudrent leurs fromages avec un peu de poudre de charbon de bois très fine. Ils pensent que cela éloigne les mouches, empêche les mauvaises fermentations et facilite le séchage des fromages. La moisissure est le *Penicillium glaucum* qui donne des fromages bleus. Le fromage est fait environ trois semaines après l'emprésurage et prêt à être consommé. Suivant les goûts, il sera consommé ou plus tôt (plus frais) ou plus tard (plus sec).

La congélation et le stockage du fromage de chèvre

La production annuelle de lait de chèvre est à peu près stable depuis trois ans. Elle se situe aux alentours de 2 800 000 hectolitres environ, soit le centième de celle du lait de vache. Les trois quarts de cette production sont obtenus dans trois régions :

— Poitou - Charente	800 000 hl
— Rhône - Alpes	775 000 hl
— Centre	500 000 hl

En fait, la production est concentrée dans des territoires peu étendus et marquant fortement la fabrication du fromage qui fait leur réputation. Si la fromagerie est restée artisanale jusqu'à une date récente, de plus

en plus la collecte du lait se répand. La fromagerie de chèvre s'industrialise en régularisant son rythme de fabrication au long de l'année, en recréant l'ambiance favorable de l'affinage. En faisant appel aux techniques du froid, de nombreuses laiteries utilisent le report du lait de chèvre à l'état de caillé égoutté et congelé.

Premier exemple de conservation

L'égouttage peut être réalisé dans un filtre à caillé de type « Berge ». Dans des tankers de plusieurs milliers de litres (5 à 10 000 litres), le lait est emprésuré et additionné de levain, puis maintenu à 21 °C pendant vingt à vingt-quatre heures. Le caillé est ensuite envoyé dans les toiles du filtre à caillé. Après l'égouttage, qui dure de douze à quinze heures, on arrive à une teneur en matière sèche de 39 à 42 pour cent. Le caillé est alors conservé pendant quatre à six mois entre — 15 °C et — 20 °C selon les installations. A la fin du stockage, le caillé est décongelé puis moulé, soit à l'aide d'une moulure à vis, soit en tassant le caillé avec une capsule dans un moule contenant un morceau de mousseline.

Deuxième exemple : une coopérative des bords de la Loire fabriquant des fromages de chèvre connus sous le nom de « Crottins de Chavignol »

Dans cette coopérative ayant une production journalière de 5 000 fromages de mai à août, la production laitière est nettement excédentaire. Une partie du caillé, après égouttage, est congelée puis stockée à — 20 °C pour être reprise en fabrication pendant les mois d'automne et d'hiver. Les essais entrepris au laboratoire de l'École laitière de Surgères et amplement confirmés sur le plan industriel montrent que la qualité initiale du caillé dont être excellente. Traitement rapide après la

collecte, propreté des toiles et sacs d'égouttage, égouttage convenablement réglé de façon à ce que l'extrait sec du caillé soit de 38 à 40 grammes pour 100 grammes.

La rapidité de la congélation est un autre facteur de la qualité du produit conservé. En pratique, le caillé est emballé dans des sacs en film plastique de 20 kg, placés dans des moules en aluminium de 12 à 15 cm de hauteur, puis introduit dans un tunnel de congélation à — 35 °C — 40 °C où il séjourne de seize à vingt-quatre heures, temps au bout duquel la température à cœur est au plus de — 15 °C. Les tunnels spécialisés, réalisés en 1968, ont une capacité unitaire de 3 à 5 tonnes de caillé. Ils sont alimentés au R 502 et la température d'évaporation est de — 45 °C.

Le R 502 est un hydrocarbure chlorofluoré. Ce fluide frigorigène, utilisé pour la congélation, est remarquablement stable, ininflammable et inexplosif. C'est le mélange azéotropique de 48,8 pour cent de ($CH\,Cl\,F_2$) et de 51,2 pour cent de ($C_2\,Cl\,F_5$). La congélation lente en salle à — 25 °C n'est pas recommandée. Les fabrications s'en ressentent et sont de moins bonne qualité qu'en congélation rapide en tunnel. La température optimale de conservation du caillé congelé n'est pas encore déterminée avec certitude. Un stockage entre — 20 °C et — 25 °C semble assez satisfaisant pour des caillés préparés à partir de lait de bonne qualité bactériologique et dans des conditions conformes à ce qui a été dit plus haut. Il importe aussi que la température du stockage soit constante car, s'il y a des remontées de température, la qualité du fromage est moins bonne.

En conclusion, la congélation du caillé obéit aux règles de la congélation :

- qualité initiale du produit,
- rapidité de l'opération,

• stockage à température suffisamment basse et constante, au moins inférieure à — 20 °C (donc sensiblement plus basse que pour la viande bovine ou le beurre). Ceci pour une durée de conservation ne dépassant pas six mois. Au moment de reprendre le processus de fabrication, le caillé doit être décongelé. La décongélation sera lente, à l'air, à une température de + 10 °C. Dans cette coopérative, elle se fait en deux temps :

— cinq jours à l'air à + 6 °C,

— puis un à deux jours à température plus élevée (+ 12 °C à + 15 °C).

La décongélation rapide est à déconseiller. Une fois le caillé décongelé, on ne l'utilise qu'avec certaines précautions. Il ne doit pas être employé pur car la texture du fromage tendrait à devenir granuleuse ou friable. On le mélange donc à du caillé frais dans une proportion telle que l'extrait sec du mélange soit le même que celui du caillé frais. Ainsi les conditions du halage et d'affinage restent les mêmes.

QUELQUES FROMAGES LOCAUX : LES VARIATIONS DANS LA FABRICATION

Le fromage frais

Technologie

Après avoir emprésuré, aussitôt après la traite, à une température de 30 à 32 °C, à l'aide d'environ 1,5 centimètre cube de présure pour dix litres de lait, la coagulation se fait en quarante-cinq minutes. Une fois le

caillé pris, on le découpe à l'aide d'un grand couteau en bois mince et dur ou avec un tranche-caillé pour le réduire en morceaux de 1 à 2 cm de côté.

Le découpage terminé, on réchauffe le caillé en plaçant le récipient qui le contient dans un bain-marie dont la température est suffisamment élevée pour amener, par un brassage énergique, le caillé à une température de 40 °C. On laisse reposer pendant quinze minutes; le sérum qui surnage se décante. Le caillé est alors en grains de noisette. On le place dans des moules en tassant bien et l'on retourne plusieurs fois les fromages dans la demi-heure qui suit.

Il est possible aussi de mettre le lait de chèvre en présure à 27 ou 28 °C pour obtenir une coagulation en quarante minutes. Le caillé pris, on le prélève avec une tranche (louche plate) et on le dépose sans le briser dans des moules en bois ou en terre vernissée. On le retourne deux ou trois fois pendant l'égouttage.

Quelques fromages frais

Briques ou Chevrotons-Cabrions.

Petits fromages de la Loire, ce sont des mélanges en proportions variables de lait de chèvre et de vache. Après une coagulation lactique, le caillé est mis dans des moules rectangulaires de 1,5 cm de haut.

Brousse-du-Rove.

Fabriqué entre Marseille et Martigues avec du lait de chèvre pur, il coagule spontanément et est mis en « faissettes » métalliques, étroites et allongées, de 5 cm de diamètre et de 12 cm de hauteur. Il se vend directement dans les faissettes et se consomme avec du sucre et quelques gouttes de liqueur de fleur d'oranger.

Bruccio.

Fabriqué en Corse et en Provence, c'est un fromage de sérum fabriqué à partir d'un mélange de lait de chèvre et de brebis. Le sérum est chauffé fortement. Une écume épaisse se forme à la surface du liquide. Pour éviter l'ébullition, on verse à trois reprises, espacées d'une minute, un peu d'eau froide sur le pourtour intérieur de la bassine.

Le sérac devenu ferme est recueilli avec la poche à caillé. Il est alors mis en moules. Ici, on n'emploie ni présure ni coagulation acide. Les ferments lactiques et la chaleur ont suffi pour provoquer la précipitation de la caséine restée dans le sérum.

Chevrotin-de-Moulins.

Petit fromage de l'Allier, il se consomme frais avec du sel et de l'ail.

Rigotte.

Petit fromage du département de la Loire, il est rond. De la dimension d'une pièce de 5 francs de 1914 et d'une épaisseur d'un demi-centimètre, c'est un mélange de lait de chèvre et de vache. Il est vendu en piles appelées « liasses », pesant environ 500 grammes.

Les Trois-Cornes.

Pur chèvre, il est préparé en Charente-Maritime. Le lait est salé après la traite et laissé en pots pendant vingt-quatre heures. Sous l'action du sel, le lait caillé se sépare du sérum et monte à la surface. Le caillé est mis dans des moules triangulaires « tricornes » formés de trois planchettes où il s'égoutte pendant quarante-huit heures. Une fois sorti du moule, le fromage est lissé au couteau pour faire disparaître les bavures. On compte deux litres de lait par fromage.

Les autres fromages consommés frais sont le fromagé, le chabichou, le fromage de Banon. En fait, chaque région produit ses fromages frais, de nom différent, mais dont la fabrication ne change guère.

Le fromage affiné

Il semble plus rationnel de classer les fromages de chèvre par grandes régions économiques. A l'intérieur de chaque région, les productions fromagères seront reprises département par département.

L'AQUITAINE

Dordogne

Dans le département de la Dordogne, nous trouvons des productions fermières à Thiviers et à Cubjac vers Savignac-les-Églises.

L'AUVERGNE

Allier

Le Chevrotin-de-Moulins.

Dans la région de Moulins, en Sologne bourbonnaise. Il est de forme pyramidale et se mange frais.

Puy-de-Dôme

Le Chevrotin-d'Ambert.

Soit pur chèvre, soit mélange lait de chèvre et de vache à parties égales, il est de forme rectangulaire, très gras, pesant 250 grammes. Raymond Lindon note : « Il est très parfumé ou plutôt, pensent certains, très odorant. » Le chevrotin d'Ambert est « goûteux ».

LA BASSE NORMANDIE

Orne

Ferté : dans certaines fermes de l'Orne, on produit quelques fromages fermiers, en voie de disparition.

LA BOURGOGNE

Nièvre

Lormes : près de Lormes, non loin d'Avallon, on produit ce fromage fermier très parfumé.

Glux.

Dans le Nivernais, ce fromage local n'est pas commercialisé.

Saône-et-Loire

Le Cabrion.

Fabriqué avec du lait de chèvre uniquement. La pâte est affinée dans des bains de marc de raisin. Le fromage est présenté dans des feuilles de platane.

Yonne

Le Vézelay.

C'est un petit chèvre gracieux.

Saint-Florentin.

Petit fromage de chèvre, de consommation locale, on le produit aux alentours de la localité du même nom.

Beaujolais et Mâconnais

Le Chevroton-du-Beaujolais.

Petit chèvre en tronc de cône, façonné dans le Beaujolais et le Mâconnais.

Le Chevroton-de-Mâcon.

Petit chèvre en tronc de cône, façonné dans le Beaujolais.

LA BRETAGNE

Côtes-du-Nord

Saint-Agathon.

Située près de Guingamp, cette localité produit un chèvre fermier, rond et plat.

LE CENTRE

Cher

Le Crottin-de-Chavignol.

A Chavignol, dans les coteaux du Sancerrois, l'élevage caprin est composé de belles chèvres alpines. Chavignol possède deux fromageries qui produisent le « Crottin-de-Chavignol », ainsi appelé pour sa forme en crottin d'âne. Les crottins sont moulés en ferme et les affineurs les ramassent tous les deux jours. Ils sont mis à égoutter, salés et façonnés car, s'ils sont uniformes (les faisselles sont fournies par les ramasseurs), leur grosseur varie suivant la qualité du caillé employé. Une fois égouttés, ils sont acheminés dans des séchoirs modernes où des compresseurs envoient de l'air conditionné. La moisissure est le *Penicillium glaucum* qui donne sa couleur bleue au fromage. Une fois à point, les crottins sont emballés et expédiés un peu partout en France.

Technologie de la fabrication des crottins dans une coopérative sancerroise.

Quantité de lait : 0,55 à 0,65 litre par fromage. Le caillage est lent (vingt à vingt-quatre heures) et obtenu par adjonction de ferments lactiques et d'un peu de présure. Le caillage est donc naturel, mais la pâte est rendue plus ferme par l'adjonction de présure.

L'égouttage : vingt-quatre heures dans des poches en toile.

Le moulage : vingt-quatre heures dans des moules en grès perforés.

Le salage : après démoulage, au sel fin, sur chaque face et les côtés. Durée vingt-quatre heures.

A la fin du salage, le poids est de 160 grammes.

La durée du halage et de l'affinage est de douze jours, la perte de poids étant de 80 grammes. 60 grammes sont perdus au cours des cinq premiers jours : c'est le halage minimum avant la commercialisation.

Le Sancerre fermier.

L'appellation « fromages de chèvre du Sancerrois » est réservée de façon générale aux fromages de Chavignol. A Bué, au centre du Sancerrois, l'affineur ramasse tous les jours les fromages fermiers rigoureusement calibrés. Après salage et égouttage, pendant douze heures environ, les fromages sont séchés sur des claies en inox et retournés tous les jours. La température est maintenue constante à 14 °C, l'humidité étant de 75 pour cent environ. Une fois secs, les fromages sont stockés avant d'être expédiés à Paris (ceci depuis 1900).

Le Selles-sur-Cher.

En forme de tronc de pyramide, son affinage est réalisé par enrobage dans du sel et du charbon de bois en poudre.

Le Saint-Amand-de-Montron.

C'est un chèvre, ressemblant au crottin de Chavignol.

Indre

Le Tournon-Saint-Martin.

Fromage de chèvre rond et plat.

Arthon.

Bon petit fromage, assez gras (45 p. cent), fabriqué à Arthon et Corbilly. C'est un demi-sec.

Le Levroux, appelé encore *Valençay.*

C'est un fromage gras, à pâte molle, avec moisissure bleue à la surface. Son poids frais est de 300 g, affiné : 250 g. Il rappelle une pyramide tronquée mesurant 7 cm de hauteur, 9 cm de côté à la base et 5 cm de côté au sommet. La quantité de lait nécessaire est de 2,2 litres.

Technologie.

Le lait, tamisé, refroidi à 25 °C, est emprésuré avec une présure titrant 1/2 500, étendue de cinq à dix fois son volume d'eau. La coagulation se fait en vingt-quatre à trente-six heures, dans un local à la température de 18 °C. Le caillé est versé dans un moule en général métallique. La faisselle a la forme d'un tronc de pyramide mesurant 6 cm de hauteur, 10 cm de côté à la base et 6 cm de côté au sommet. Le plan supérieur et les côtés sont perforés de nombreux trous par où s'échappe le sérum.

En fabrication fermière, après expulsion du sérum, le contenu est rassemblé sur un plat, brassé et remis à égoutter au moule pendant vingt-quatre heures. Puis les fromages sont salés, mis dans des paniers à fond à claire-voie, garnis de paille de seigle et placés dans un local froid obscur. Après quelques jours se forme un duvet blanc de *Penicillium album* ou de *Penicillium candidum.* Les fromages sont vendus au bout de trente jours, quand ils sont secs.

En fabrication laitière, les fromages sont simplement sortis du moule initial après égouttage, puis salés avec du sel très fin et mis à sécher sur des claies, dans des haloirs où règne une température de 14 à 16 °C.

Remarque.

Les affineurs qui collectent les fromages fermiers, non seulement salent les fromages, mais les saupoudrent aussi de charbon de bois en poudre fine. Autrefois, en effet, les fromages fermiers très affinés étaient saupoudrés de charbon de bois, enveloppés de papier journal et placés dans des grands pots de grès clos, pouvant contenir une douzaine de fromages. Les pots étaient laissés à l'extérieur, dans la cour, à la température de 12 à 14 °C.

Dans chaque pot, l'humidité augmentait, le milieu devenait alcalin, la caséine étant peptonisée par les ferments lactiques, la pâte devenait jaune et prenait une odeur caractéristique. Actuellement, le consommateur préfère un fromage dont la fermentation est peu avancée.

Le Pouligny-Saint-Pierre.

Ce fromage ne diffère du Levroux que par sa forme. Son poids frais est de 250 grammes, affiné : 150 grammes. Sa forme rappelle une pyramide légèrement tronquée, mesurant 10 cm de hauteur, 9 cm de côté à la base et 31 cm de côté au sommet. La quantité de lait nécessaire est de 1,5 à 2 litres.

Technologie.

En principe, le lait est emprésuré aussitôt après la traite. Après quarante-huit heures environ, le caillé est mis en moules. Les opérations suivantes sont les mêmes que pour le fromage de Levroux.

Indre-et-Loire

Le Sainte-Maure.

Sainte-Maure-de-Touraine, située à 30 km de Tours, a donné son nom au fromage bien connu par sa forme cylindrique allongée. Pour faire un fromage de Sainte-

Maure, de 180 à 230 grammes, il faut près de 2 litres de lait (un peu moins en automne), et près de 5 000 000 de « pur chèvre » sont ainsi produits chaque année, dont 4 000 000 de fromages laitiers et 1 000 000 de fromages fermiers. Le bon Sainte-Maure a une pâte pleine, sans trous, une texture fine, une coupure nette d'un blanc ivoire; la croûte, relativement riche, est adhérente et ne se sépare pas; elle n'est pas gluante. Le Sainte-Maure est souvent présenté avec une paille à l'intérieur d'un bout à l'autre (fromage fermier). Si les consommateurs y voient une garantie d'origine, elle n'augmente en rien la qualité du fromage.

Technologie.

Le caillage a lieu à 15 °C le lait étant emprésuré; « frais, entier, doux », entre 15 et 20 °C. La pâte a ainsi une texture plus fine, ce qui est recherché. Le caillage se fait lentement, en dix-huit à vingt-quatre heures. Pour cela, il faut très peu de présure : une ou deux gouttes par litre (présure du commerce au 1/2 500). L'égouttage a lieu dans des moules appelés « faisselles », cylindres de fer étamé, perforés, un peu coniques. Les dimensions de ce cylindre sont en général de l'ordre de 75 mm de diamètre à l'extrémité ouverte, 58 mm à l'extrémité fermée, de 225 mm de longueur totale extérieure et 212 mm de longueur intérieure : la faisselle ayant un fond surélevé pour faciliter l'égouttage.

On peut, en laiterie, utiliser des multimoules permettant d'emplir plusieurs faisselles en même temps. L'égouttage, à basse température (15 °C), dure une journée. Le caillé est d'abord abandonné trois à quatre heures puis retourné.

Le troisième jour, le fromage est sorti des faisselles, il est ferme, pas trop humide. On le saupoudre de sel (1 p. cent), puis il est allongé sur une paillasse et placé

à 15 °C dans un endroit aéré (haloir pour une laiterie ou souvent cour ou cave dans le roc). Le fromage est retourné chaque jour et se fait en trois semaines. La moisissure est le *Penicillium glaucum* ou *album*.

Montrepot.

Fromage de chèvre comparable au Sainte-Maure, mais moins réputé.

Loches.

Fromage « pur chèvre » de type Sainte-Maure, en voie de disparition.

Ligueil.

Près de Loches. Ce fromage local est consommé d'octobre à juin. Il ressemble au Sainte-Maure.

Cremets.

Parfois additionnés de lait de vache, ce sont de petits fromages locaux, frais, ressemblant à de petits cylindres. Ils sont originaires de l'Anjou.

Villebardon.

Petit chèvre rond de la Touraine. Il s'affine enrobé de feuilles de platane.

Verneuil.

Petit chèvre, un peu salé et assez gras (45 p. cent).

Le Loir-et-Cher

Troo.

Fromage fabriqué à Troo, près de Vendôme.

Le Petit-Champcol.

Genre crottin du Cher. A cheval sur les départements de Loir-et-Cher et de l'Indre, la collecte du lait de chèvre est réalisée par la Coopérative agricole des producteurs de fromages de chèvre de Selles-sur-Cher. Mais

les bâtiments de fabrication sont installés à Anjouin, dans l'Indre.

Au départ, les formes « Selles-sur-Cher et Crottin de Chavignol » ont été fabriquées, mais seule la forme « crottin » a été retenue.

Technologie.

L'emprésurage se fait à 23, 24 °C. Le caillé est mis à égoutter dans des sacs en nylon qui sont empilés dans des bacs, ce qui facilite l'égouttage. Ces blocs de caillé sont retournés et le sérum vidé à chaque fois. Il reste six heures ainsi. Suivant la saison, 1 000 litres de lait donnent de 1 100 à 1 700 fromages. Le caillé est ensuite mis dans des petites faisselles en grès, donnant la forme des « crottins ». Le sel est alors mis sur le moule. Le fromage démoulé séjourne une quinzaine de jours dans les haloirs où il est mis à sécher. Puis c'est l'emballage ou la mise en armoire frigorifique, suivant l'époque.

Le Loiret

Gien.

C'est un fromage pesant 200 grammes, estimable et souvent additionné de lait de vache.

LA CORSE

Le Bruccio. Vu précédemment.

L'Asco.

Dans la région d'Asco, on produit ce chèvre local, petit, rond, mélange de chèvre et de vache.

Le Vemaco.

C'est un chèvre sec, parfumé, à la saveur puissante.

LA FRANCHE-COMTE

Le Doubs

La Croix-d'Or.

Fromage de chèvre, petit, local et saisonnier.

Le Jura

Saint-Claude.

Salé en surface, il est affiné en cave froide et moisie. Son poids est de 100 à 200 grammes.

LE LANGUEDOC

La Lozère

Le Pélardon.

On le trouve également dans l'Ardèche. Plus languedocien que montagnard, on le rencontre de mai à novembre. C'est un fromage fermier de 100 grammes que l'on affine entouré d'herbages odorants.

MIDI-PYRENEES

L'Ariège

Ercé.

Fromage de chèvre, local, non commercialisé.

Le Lot

Cabécou.

Fromage en forme de petite galette; le cabécou est un terme employé dans le Lot et le Béarn pour chabichou.

Chivichou.

Nom ancien du cabécou.

Rocamadour.

Petit chèvre; valable d'avril à novembre.

Livernau.

Chèvre fabriqué dans les fermes de la région.

Les Hautes-Pyrénées

Montagne (fromage de).

C'est un chèvre fermier, très parfumé, fabriqué dans les hautes vallées pyrénéennes par les bergers.

L'Aveyron

Saint-Affrique.

Chèvre produit dans le fief du Roquefort.

Bassets.

Région de Laguiole. C'est un chèvre qui se conserve bien.

Entraygues-sur-Truyère.

Près d'Espalion. Fromage local.

Picadou.

Fromage local, produit dans quelques fermes du Rouergue.

Mur.

Fromage local, produit à 800 mètres d'altitude, près de Vic-sur-Cère et Aurillac.

Sud du Massif central

Le Rogeret-des-Cévennes.

Petit chèvre fermier.

Le Cujassons.

Petit chèvre, produit dans quelques fermes des Cévennes.

POITOU-CHARENTES

La Charente

Ruffec.

Produit un « gras » de chèvre de 500 grammes.

Fleurs-du-Poitou.

Petit chèvre, en voie de disparition.

Couhé.

Couhé-Vérac, près de Ruffec, produit un chèvre de forme cylindrique ou tronconique.

La Charente-Maritime

Trois-Cornes. Vu précédemment.

Les Deux-Sèvres

La Mothe-Saint-Héraye.

Fromage pesant de 200 à 300 grammes, produit entre Cognac et Poitiers. Il est consommé de mai à novembre. Il sèche sur feuilles de platane.

Feuille (*Chèvre à la*).

Petit cousin de la Mothe-Saint-Héraye, il est rond, pèse 200 à 300 grammes. Il s'affine enrobé de feuilles de châtaignier.

Saint-Loup.

De forme cylindrique, ce chèvre est produit à Saint-Loup-sur-Thouet.

Saint-Maixent.

Petit chèvre local et fermier.

La Mothe-Bougon.

Fabriqué dans le Poitou, il est semblable au chabichou.

Brin-d'Amour.

Chèvre local présentant un parfum du terroir.

Chantemerle-les-Blés.

Dans la région de Montcontant, produit un fromage fermier.

Parthenay.

Ce chèvre est un caillebotté (masse de lait caillé).

Jumeaux.

Petits chèvres produits à Saint-Loup-sur-Thouet.

La Vienne

Le Chabichou.

Les laiteries de la Mélusine à Cloué, de Saint-Cyr, de Chauney, de Saint-Saviol, de Gençay, de Charroux, de Dangé-les-Ormes, et la Coopérative loudunaise collectent 174 000 hectolitres de lait sur les 222 000 hectolitres produits. Ces 174 000 hectolitres donnent 2 060 tonnes de pur chèvre et 307 tonnes de mi-chèvre.

Technologie laitière.

Le lait collecté est emprésuré à 22 °C. Si la présure est au 1/10 000e, 12 grammes sont mélangés dans 100 litres de lait. Cette opération se fait dans un local maintenu à 20 °C et le caillage se prolonge pendant dix-huit heures environ. C'est un caillage lent, comme pour le Sainte-Maure.

L'égouttage se fait en moules perforés (fer ou matière plastique). Les moules ont des dimensions assez variables, environ 14 cm de hauteur, 6,5 cm de diamètre. L'égouttage a lieu dans une pièce maintenue à une température de 25 °C et il dure vingt-quatre heures environ. Le fromage est alors démoulé et salé par saupoudrage.

Entreposé dans des haloirs, le fromage subit l'affinage avec la formation de *Penicillium candidum*. Les fromages sont placés sur des claies et l'affinage est conduit à une température de 14 °C à 16 °C avec une hygrométrie de 85 à 90 pour cent et une ventilation variable en fonction du temps et du degré d'égouttage. On active la ventilation si l'égouttage est insuffisant, on la diminue si le fromage tend à être trop sec. La durée d'affinage est d'environ douze jours, entrecoupée de nombreux retournements.

Selon les dimensions du moule, les fromages ont un poids qui varie légèrement. Il est d'environ 150 grammes à l'entrée au haloir et peu descendre à 115 grammes

après l'affinage. Les quantités de lait nécessaires sont de 1 à 1,5 litre en été et de 0,9 litre en hiver.

Technologie fermière.

Le caillage se fait généralement dans des pots de grès, placés quelquefois près de la cheminée pour obtenir la température convenable. Une petite cuillerée à café de présure pour trois à quatre litres de lait permet le caillage en vingt-quatre heures l'été. L'hiver, il demande parfois trente-six heures, selon la température de la salle de caillage (15 à 17 °C).

L'égouttage se fait en « faissines » ou « faisselles » pendant vingt-quatre à quarante-huit heures. Sortis du moule, les fromages sont salés par saupoudrage, puis mis à ressuyer dans des caisses à fond troué ou formé de lattes. Quelquefois, ce fond est recouvert de paille sur laquelle on dispose les fromages.

Ils sont ensuite affinés dans un garde-manger, avec quatre ou cinq retournements par semaine, de manière à obtenir en deux ou trois semaines un fromage à pâte blonde, recouvert d'un feutrage bleu de *Penicillium glaucum.*

Pour la consommation familiale, certains éleveurs pratiquent encore l'affinage en pots de grès où les fromages sont entassés après avoir été enveloppés de feuilles de platane ou de châtaignier. Cet affinage peut durer plusieurs semaines, l'utilisation se faisant suivant les besoins.

Remarque.

L'affinage est souvent supprimé; le fromage est alors vendu frais après égouttage. De taille moyenne, puisque situé entre le « petit crottin du Cher » et les gros fromages type Sainte-Maure et Valençay, le chabichou

semble être le type de fromage à commercialisation facile et rentable.

Le Saint-Gelay.

Il est semblable au chabichou.

Le Petit-Pot-de-Poitiers.

Fromage de petite taille, vendu frais en faisselle.

Le Rond-de-Lusignan.

Fromage de chèvre rond.

Le Chabichou-de-Chaunay.

C'est un chabichou. Autrefois appelé « cafioné » car il séjournait dans des coffins ou coffineaux, qui sont de petites corbeilles.

PROVENCE-COTE D'AZUR

Les Basses-Alpes

Le Banon.

Chèvre produit à Banon, près de Forcalquier.

Robe de feuilles de châtaignier. Le caillé, un fois égoutté, est mis dans des feuilles de sariette, puis passé dans l'eau-de-vie de marc du pays. Puis il est plié dans des feuilles de châtaignier imbibées d'eau-de-vie et retenues par un fil de raphia. Les fromages sont mis dans une jarre en terre fermée où ils mûrissent et se bonifient. Le ramollissement se produit au bout de quinze jours. On le consomme de mai à décembre.

Les Alpes-Maritimes

Valbey.

Tomme de chèvre fabriquée à Valbay.

Les Bouches-du-Rhône

Brousse-de-Roue. Vu précédemment.

RHONE-ALPES

L'Ain

Le Chevret : Romme-de-Belley.

Petit chèvre fabriqué dans la région de Belley.

Thaissey.

Près de Mâcon. Fromage en forme de gros bouchon de bonbonne.

L'Ardèche

Le Pélardon. Vu précédemment.

La Drôme

La Tomme de chèvre.

Dans le Dauphiné.

La Tomme-de-Romans.

Autrefois « pur chèvre », c'est maintenant un mélange de chèvre et de vache.

Le Picodon-de-Sainte-Agrive.

Chèvre rond, gras, parfumé, pesant 250 grammes.

Le Picodon.

Fromage gras à pâte molle, produit à Dieulefit, dans la Drôme. Il est consommé de mai à janvier.

L'Isère

Le Saint-Marcellin.

Près de Grenoble. Autrefois « pur chèvre », c'est aujourd'hui un mélange de lait de chèvre et de vache. C'est un chèvre petit, à pâte molle, égoutté puis simplement salé. Rond, de diamètre 10 cm, de hauteur 3 cm, il pèse 100 grammes.

Le Poivre-d'Ane.

« Pébre-d'Ane ». En Haute Provence, c'est un chèvre pur ou additionné de lait de vache, rehaussé de romarin et de sariette. Il est façonné à la main, moulé

en petits moules et enveloppé d'herbes odorantes. Son poids est de 150 à 200 grammes.

La Loire

Brique-du-Forez.

Ressemble à une brique, mais en plus petit. C'est un mélange chèvre-vache dans des proportions qui restent un secret. C'est le chevroton-cabriou.

Rigotte. Vu précédemment.

Le Rhône

Rigotte-de-Condrieu.

Petit chèvre rond, de 1,5 cm d'épaisseur, fabriqué à Condrieu. C'est un mélange chèvre-vache.

La Savoie

Le Chevrotin-des-Aravis.

Fromage de fabrication uniquement fermière. Il est produit en petites quantités. Il faut environ 4,5 litres de lait par fromage. Le lait est emprésuré à chaud, permettant d'obtenir un caillage rapide (30 minutes à une heure). Le caillé est alors brisé, assez finement, en maintenant la température. Il est mis ainsi brisé dans une étamine et placé dans des moules ronds de 12 à 15 cm de diamètre sur 10 cm de haut. Les anciens moules en bois massif ont été remplacés par l'aluminium et la matière plastique. Le caillé est pressé dans ce moule par une planchette ronde placée sur le caillé et chargée d'un poids pour la nuit. Le lendemain matin, le fromage est démoulé, roulé dans le sel et laissé sécher à la cuisine où il est placé sur des clayettes fixées au plafond. Chaque jour, et pendant dix jours, les fromages sont retournés et lavés.

Le Persillé-du-Grand-Bornand.

Famille du Persillé-des-Aravis, à 950 mètres d'altitude.

Le Tignard.

C'est un gros fromage, appelé aussi persillé, de 1,5 kg. Il porte le nom de la commune de Tignes. Le lait est caillé en vingt minutes, à chaque traite, à l'aide de présure, fabriquée à la ferme à partir de caillettes de veau. Le caillé reste dans le seau pendant quarante-huit heures et l'on retire plusieurs fois par jour le sérum. Quand le seau est plein (au bout de trois à quatre jours), cette masse de caillé est reprise, travaillée à la main. Une fois rendue homogène, elle est mise en moules d'environ 12 cm de diamètre et 25 à 30 cm de haut. Le caillé s'égoutte ainsi pendant trois jours. Le moule est retourné et, après un autre jour d'égouttage, il est salé et affiné en cave, de deux à cinq mois.

Hauteluce.

Petit chèvre du village de Haute-Luce, consommé de mai à septembre.

Haute-Savoie

Le Persillé-de-Clusaz.

Petit chèvre, produit à la Cluzaz.

Le Persillé-de-Thones.

Chèvre produit à 22 km d'Annecy.

II. LES ACCIDENTS ET INCIDENTS AUX DIFFERENTS STADES DE LA FABRICATION

A. Les défauts du lait et ses altérations

Ils sont nombreux et se traduisent généralement par des modifications de saveur, d'odeur, d'aspect. On peut s'inspirer, pour étudier leurs causes, qui sont très variées, de la classification établie par Pien et Hersch-doerfer.

DEFAUTS PROVENANT DE L'INTRODUCTION DANS LE LAIT DE SUBSTANCES ETRANGERES AUX ELEMENTS QUI S'Y TROUVENT NORMALEMENT

Substances étrangères ajoutées accidentellement au lait

Même à l'état de traces, des ingrédients de nettoyage, des produits chimiques peuvent communiquer au lait leur goût propre. Dans certains cas, il suffit de laisser le lait à proximité de substances à odeur prononcée

(essence, goudron) pour lui faire acquérir cette même odeur. Le lait, conservé au contact d'un métal capable de se dissoudre dans le liquide à l'état de sel, voit se développer des goûts métalliques souvent amers et astringents.

Les équipements laitiers seront soigneusement rincés et laissés à égoutter après désinfection à l'aide de solutions chlorées.

Enfin, la présence du bouc dans la même écurie que le troupeau peut transmettre au lait une odeur dite de « chèvrerie ».

Une aération insuffisante de l'étable, un mauvais écoulement du purin, des litières trop rarement changées, renforceront cette odeur.

Le bouc sera donc logé hors de la chèvrerie. On procédera au brossage des animaux, à la désinfection des litières. On évitera de laisser séjourner les seaux de lait dans l'étable.

Substances apportées par l'intermédiaire de l'animal

Élimination des médicaments par la mamelle : le problème des antibiotiques

Les doses de médicaments éliminés par la mamelle sont en général en quantités très faibles; le lait provenant d'un animal traité est donc peu toxique. Cependant, depuis quelques années, les mammites soignées à l'aide d'antibiotiques et en particulier la pénicilline, à laquelle *Streptococcus agalactiae* est très sensible, posent un grave problème. Une dose de 100 000 U.I. de pénicilline, injectée aux animaux malades, peut entraîner, dès la première traite qui suit l'injection, une dose de 1 000 à 10 000 U.I. de pénicilline par litre de lait.

Ce lait est alors dangereux, car son ingestion par des nourrissons peut provoquer une pénicillorésistance.

De plus, on note une modification de l'équilibre des flores microbiennes du lait; les ferments lactiques sont inhibés alors que des germes comme les colibacilles ne sont pas sensiblement gênés dans leur développement; l'égouttage du caillé, conditionné en partie par la fermentation lactique, s'effectue mal et des gonflements dus à la multiplication des colibacilles sont à craindre (Jacquet).

Les problèmes sont les mêmes avec la streptomycine, l'auréomycine, la terramycine.

Pour la pénicilline, par exemple, on essaiera :

— soit de livrer à part le lait susceptible de renfermer de la pénicilline,

— soit de neutraliser la pénicilline à l'aide d'une diastase, la pénicillinase, isolée à partir de cultures de divers germes (*Bacillus* et *Staphylococcus*),

— soit enfin d'ajouter un colorant révélateur de la présence de l'antibiotique : actuellement, le Green S (sel monosodique dihydroxydisulfonalphtyl carbinolanhydrure) est le plus utilisé.

Cas des pesticides

Tous sont plus ou moins toxiques pour l'homme, mais certains seulement passent dans le lait. Ainsi le D.D.T., l'H.C.H. (hexachlorocyclohexane). Il faudra donc se méfier du mauvais usage de ces produits, qui peuvent se retrouver dans le lait et par conséquent dans les fromages.

Les substances radioactives

Leur taux dans le lait est variable suivant les régions et les époques. Citons l'Iode 131, le Strontium 90 parmi

les plus importants; la lutte contre les pollutions radioactives occupera dans l'avenir une place de choix dans les préoccupations des hygiénistes.

Problèmes posés par l'alimentation des chèvres

Certains aliments peuvent communiquer au lait des défauts organoleptiques. C'est le cas des moutardes, des choux, des navets, de la camomille, de l'ail sauvage ou autres plantes aliacées, de l'herbe conservée dans des endroits mal aérés et humides.

Le goût de fourrage apparaît notamment lorsque la ration est distribuée peu de temps avant la traite ou pendant la traite. Il sera bon de s'abstenir de donner le fourrage pendant les cinq heures qui précèdent la traite. Toutefois, s'il s'agit d'un ensilage médiocre, l'effet nocif est constant. Le principe odorant peut passer dans le sang au niveau du tube digestif ou des poumons et est excrété avec le lait.

Les pâtures renfermant ces plantes à saveur indésirable en seront débarrassées ou réensemencées.

ALTERATIONS ET DEFAUTS PROVENANT D'UNE MODIFICATION DES ELEMENTS NORMAUX DU LAIT

L'origine de la modification peut être microbienne, enzymatique ou physicochimique.

Altérations d'origine microbienne

Dues aux ferments lactiques

Goût de cuit, brûlé, caramel, malt.

Les ferments lactiques, en particulier *Streptococcus lactis*, interviennent dans la transformation du lactose

en acide lactique, lequel est à l'origine de l'acidification du lait.

Mais certaines variétés de *Streptococcus lactis* peuvent provoquer des goûts de cuit, de brûlé, de caramel, de malt.

Remarque : cette altération, d'origine microbienne, est à différencier du « goût de cuit » que l'on observe dans un lait chauffé. La formation de cette saveur anormale est due aux groupes sulfhydryles dont le principal porteur est la β lactoglobuline et qui sont modifiés au cours des dénaturations. Il y a alors production d'hydrogène sulfuré à partir de la cystine et de la cystéine.

Dues à des microbes autres que les ferments lactiques

Des microbes, autres que les ferments lactiques, sont également responsables de nombreuses altérations où nous pouvons trouver :

Le lait aigre.

L'acidification peut être due à des germes autres que les ferments lactiques : on trouve des bactéries coliformes, des entérocoques, des staphylocoques, des microcoques.

La coagulation à faible acidité.

La floculation de la caséine peut avoir lieu à un degré d'acidité moindre que la normale (16 à 18 degrés Dornic). Le phénomène est dû à des germes présurigènes, souvent sporulés et se développant bien à basse température. Ces germes sont capables de cailler le lait refroidi. On trouve *Micrococcus caseolyticus* et *liquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris.*

Cet ensemencement du lait par des bactéries protéolytiques vient d'une mauvaise hygiène de l'étable et des trayons de l'animal.

La protéolyse ou putréfaction.

Le lait étant acide, des microorganismes peuvent intervenir pour brûler l'acide lactique présent. On trouve surtout : *Geotrichum*, *Penicillium* et *Mucor*.

L'acide lactique disparu, la dégradation des matières azotées par les germes protéolytiques devient possible. On observe alors l'apparition d'une saveur amère du lait (libération d'acides gras, de peptones). De même, une agitation exagérée du lait, une congélation suivie d'une décongélation, l'addition de lait chaud à un lait déjà refroidi, un réchauffement du lait à 25 - 35 °C suivi d'un refroidissement à basse température entraînent une activation des lipases ou des protéases, surtout d'origine bactérienne, et une dégradation des constituants du lait.

La lipolyse ou rancissement.

Des bactéries et moisissures sont capables d'hydrolyser les glycérides du lait afin d'utiliser le glycérol. Les acides gras à faible poids moléculaire, en particulier l'acide butyrique, sont libérés et communiquent au lait une saveur désagréable. C'est le rancissement, altération assez rare dans le lait, mais très fréquente dans la crème et le beurre.

Les modifications de couleur.

• Le lait bleu. — Il est dû au développement en milieu suffisamment acide de *Pseudomonas cyanogenes*.

• Le lait jaune. — *Pseudomonas synxantha* en est responsable; ce germe est aussi présurigène et caséolytique.

• Le lait rouge. — En sont responsables *Serratia marcescens* ou *Bacillus lactis erythrogenes*. Cette altération ne doit pas être confondue avec la simple hémorragie mammaire.

L'augmentation de la viscosité.

Elle est parfois si prononcée que le lait devient filant.

De nombreux germes sont à l'origine de ce défaut. Citons certaines espèces de *Micrococcus* ou de *Bacillus*.

Les saveurs diverses.

Une levure, *Torula amara*, rend le lait amer; certaines bactéries développent parfois des goûts de noix, de navet, de savon...

La saveur salée : d'origine microbienne, cette saveur est obtenue par une augmentation du taux des chlorures étudiée plus loin dans les altérations du lait d'origine physicochimique.

Altérations d'origine enzymatique

La lipase naturelle peut devenir active dans le lait à la faveur de diverses manipulations :

— Dans le simple refroidissement, la lipase se fixerait irréversiblement sur les globules gras.

— Dans les cas d'agitation ou d'homogénéisation, la formation de mousse et la réduction de taille des globules gras seraient de nature à favoriser la lipolyse.

Kuzdzal-Savoie et Mocquot notent que le goût de rance apparaît surtout en fin de lactation, en particulier lorsque les deux derniers mois de lactation ont lieu en stabulation. De plus, les animaux présentant des anomalies du cycle ovarien, donnent des laits anormalement riches en lipase et s'altérant donc très rapidement.

On évitera la libération des acides gras en détruisant la lipase par une pasteurisation correcte.

Altérations d'origine physicochimique

La saveur oxydée

Sous le nom de saveur oxydée, on groupe une série de défauts affectant le lait : goût métallique, goût huileux, goût suiffeux, goût de papier, goût de carton.

Le goût huileux, suiffeux, métallique est dû aux produits d'oxydation de la matière grasse : peroxydes, aldéhydes, cétones.

Le goût de papier, de carton est lié à la présence de substances volatiles encore mal connues. On a observé en particulier la présence de méthional.

L'acide ascorbique ou vitamine C, le carotène α (il n'y a pas de β carotène dans le lait de chèvre), les tocophérols peuvent inhiber ou freiner l'apparition de la saveur oxydée.

Enfin, la lumière, la présence de sels de métaux lourds (Fer, Zinc et surtout le Cuivre, même à l'état de traces (1 à 2 mg par litre), favorisent le développement de cette altération.

La saveur salée

Dans les laits anormaux, lorsque les activités synthétiques de la mamelle sont perturbées, la teneur en lactose diminue et il se produit parallèlement une augmentation de la teneur en sels solubles, surtout en chlorures. Les ions Chlore semblent être destinés à assurer l'équilibre osmotique du lait. Certains laits peuvent avoir une teneur en sels supérieure à 2,5 grammes par litre et présenter un goût franchement salé. Le dosage des chlorures est un moyen assez rapide de détection des laits anormaux (laits de mammites notamment).

Remarque : la saveur salée s'observe également dans le lait d'une chèvre trop vieille ou en lactation trop avancée, et les processus de formation de cette saveur sont identiques.

Le goût plat

Il caractérise un lait pauvre en lactose et en matières grasses. Le lait présentant ces insuffisances de qualité est fourni, en général, par des animaux d'âge avancé, qui doivent être réformés.

Le « goût de cuit »

Vu précédemment.

Le goût de brûlé

Par chauffage du lait, au-dessus de 80 °C, se produit la réaction de Maillard : le lactose forme des complexes avec des groupements aminés libres des protéines. Il y a formation de mélanoïdines entraînant le brunissement du lait, une augmentation de l'acidité et un développement de goût de brûlé.

B. Les incidents au niveau du caillé congelé

Il arrive que les fromages préparés avec certains lots de caillé stocké présentent des mauvais goûts. Ils sont de deux types :

— soit des goûts d'oxydé,
— soit des goûts plats, douceâtres.

TABLEAU N° 9

Examen organoleptique des fromages préparés avec du caillé congelé et stocké à — 20 °C

Lot de lait	Fromages préparés avec le caillé frais témoin	Fromages préparés avec le caillé maintenu à — 20 °C pendant une durée de conservation de :		
		2 mois	5 mois	9 mois
—	—	—	—	—
I	Très bon onctueux	Bon onctueux	Légèrement oxydé	Oxydé goût de suif
II	Bon	Assez bon	Assez bon	Assez bon

(D'après A. PORTMANN.)

TABLEAU N° 10

Degré d'oxydation du fromage préparé avec du caillé stocké pendant cinq à neuf mois à — 20 °C. Le degré d'oxydation est apprécié par le test à l'acide thiobarbiturique et par examen organoleptique.

Lot de lait	Test d'appréciation de l'oxydation	Durée de conservation du caillé à — 20 °C			
		5 mois		9 mois	
		Caillé conservé sans sel	Caillé salé avec 1,6 % de sel avant la conservation	Caillé conservé sans sel	Caillé salé avec 1,6 % de sel avant la conservation
I	Dégustation	Légèrement oxydé	Très oxydé goût de suif	Très oxydé goût de suif marqué	Goût de suif très prononcé
	T.B.A.	0,076	0,409	0,179	0,030
II	Dégustation T.B.A.	Assez bon aucun défaut 0,024	Assez bon Aucun défaut 0,024	Assez bon Aucun défaut 0,028	Assez bon Aucun défaut 0,044

Goût de poisson, goût métallique, goût d'oxydé, goût de suif

Ils résultent d'un phénomène physicochimique : l'oxydation des acides gras. Alors que certains caillés peuvent être conservés pendant cinq à sept mois sans qu'il y ait apparition de mauvais goûts dans les fromages, d'autres au contraire ont un goût de suif comme dans le tableau n° 9.

Dans le tableau n° 10, on a reporté le degré d'oxydation, apprécié par des examens organoleptiques et par le test à l'acide thiobarbiturique. On voit que l'addition du sel au caillé avant la conservation provoque, au cours du stockage à basse température, une augmentation du goût d'oxydé. Donc, le salage, qui consiste à incorporer au caillé 1,6 pour cent de sel à l'aide d'un

léger malaxage, doit toujours être effectué après la conservation, donc au moulage.

Les goûts plats et les goûts douceâtres

Ils résultent d'un phénomène biochimique : la dégradation enzymatique des protéines et de la matière grasse. Ces enzymes sont produites par les microorganismes de contamination et leur action est plus sensible dans les fromages préparés avec du caillé conservé à basse température qu'avec du caillé frais.

Ces défauts de goût sont plus faciles à éviter que dans l'oxydation car ils sont liés à une contamination excessive du lait.

Or il est assez fréquent de trouver du lait de chèvre contenant de 50 à 100 millions de bactéries par millilitre et plus de 100 000 bactéries coliformes par millilitre, ces bactéries traduisant bien le manque d'hygiène à la récolte du lait. Or de la qualité bactériologique du lait dépend la qualité du fromage.

Ainsi, congélation et conservation à basse température des fromages non affinés conservent la structure de la pâte habituelle. Cependant, congélation et décongélation dégradent légèrement la structure de ces fromages, et des améliorations devront être apportées. C'est pourtant le moyen le plus satisfaisant actuellement pour le report du lait de chèvre en dehors de la période de lactation maximale. La congélation doit être faite le plus vite possible à — 18 °C au maximum et sans fluctuation de température, tout ceci étant réalisé sur un lait de bonne qualité bactériologique.

C. Les défauts du fromage : accidents et incidents de la fabrication

La fabrication du fromage nécessite certaines précautions : la laiterie doit être maintenue propre et protégée des insectes par des grillages métalliques. Pour éviter les moisissures néfastes, il est possible de recouvrir les murs et plafonds d'enduits spéciaux ne nuisant pas aux ferments et moisissures utiles à l'affinage des fromages. La température du lait et des locaux, l'hygrométrie des salles d'affinage sont également importantes en fromagerie.

Mais de nombreuses autres causes défavorables peuvent intervenir :

QUELQUES REMARQUES SUR LES LAITS DE MAMMITES

Dans les laits de mélange travaillés par les fromageries, les laits pathologiques peuvent, même en faible proportion, entraver sérieusement les fabrications.

Ces laits se révèlent difficiles à coaguler par la présure et donnent des caillés s'égouttant mal. De plus, ils sont instables à la chaleur. Les laits de mammite, en dehors de modifications organoleptiques, présentent un abaissement de la proportion de caséine dans les matières azotées totales, une élévation du taux des chlorures et du pH, l'allongement du temps de coagulation par la présure.

Des épreuves simples de laboratoire permettront de déceler rapidement les laits de mammites.

Citons quelques tests utilisés couramment :

— L'épreuve de White Side : sur une lame de verre, on place cinq gouttes de lait et deux gouttes de soude normale. La formation de grumeaux dénote un lait de mammite.

— Le California Mastitis Test (C.M.T.) : 2 ml de lait plus 2 ml de teepol à 10 pour cent de principes actifs. La formation d'un précipité floconneux est l'indice d'un lait suspect.

Ces deux épreuves mettent en évidence un excès de leucocytes.

Des papiers tests montrant les variations de pH, le dosage des chlorures seront également utilisés.

Enfin, on observera les caractères du caillage : un lait anormal donnant en général un caillé anormal. L'adjonction de présure accélérera la formation du caillé.

INCIDENCE DE BACTERIES PRESENTES DANS UNE PRESURE CONTAMINEE SUR DES DEFAUTS DE TEXTURE ET DE SAVEUR DU FROMAGE DE CHEVRE

On observe que des présures filtrées dans des conditions défectueuses et contaminées par des lactobacilles peuvent produire des fromages présentant des modifications diverses.

On constate sur les fromages défectueux la formation de nombreuses cavités et, vers la fin de la période d'affinage, s'ajoutent de petites et grandes craquelures. Assez souvent apparaît une saveur phénolique, complétée occasionnellement par une odeur putride.

Les bactéries responsables des défauts de texture appartiennent aux lactobacilles et sont voisines des

espèces *Lactobacillus casei* et *Lactobacillus plantarum*. Les défauts de goût, pour leur part, sont dus à *Bacterium proteolyticum*.

Ces représentants du groupe des Lactobacilles peuvent persister dans le fromage pendant l'affinage et se manifestent par une destruction des amino-acides qui donnent, outre des odeurs désagréables, de l'acide acétique, de l'ammoniac, du gaz carbonique.

Une ou deux bactéries par millilitre de lait utilisé pour la fabrication du fromage suffisent à provoquer l'apparition des défauts.

ACCIDENTS ET INCIDENTS DIVERS DANS LA FABRICATION DU FROMAGE DE CHEVRE

Les défauts d'aspect

La maladie du Bleu

Diverses espèces de moisissures sont responsables, parmi lesquelles *Cladosporium* et *Penicillium brunes-violaceum*, qui forment des taches rouges, rosées ou noires, Néanmoins, le plus souvent, c'est *Penicillium glaucum* qui peut causer l'accident à des degrés plus ou moins prononcés. C'est surtout pour les laiteries qui recherchent une couleur blanche (avec *Penicillium album*) que ce champignon est gênant. Il n'en est pas de même pour les fabrications fermières où cette couleur est considérée comme une preuve d'origine. Il convient seulement de limiter son développement pour conserver les caractères organoleptiques. Une température d'affinage de 10 à 14 °C, une bonne ventilation, un salage suffisant et un entretien soigné du matériel permettent d'éviter une prolifération excessive de ce champignon.

Coloration bleue

Le fromage présente une croûte striée de bleu et le cœur lui-même présente la même coloration. Ce défaut est dû à l'ingestion par la chèvre de salpêtre et d'eau ferrugineuse.

Taches noires ou brunes

Lorsque la surface du fromage se trouve en contact avec du fer rouillé ou simplement non étamé (moules ou plaques en mauvais état), le lactate de fer peut provoquer des taches brunes ou noires, parfois rouge violet foncé, au milieu du revêtement de moisissures.

Le poil de chat

Il est dû à la formation d'un champignon à spores noires, *Mucor mucedo*, quand celui-ci trouve des conditions favorables à son développement : atmosphère confinée, humidité exagérée. C'est un accident plus rare que le Bleu, s'observant souvent au printemps et en automne, et l'on peut observer de véritables épidémies difficiles à enrayer lorsque les locaux ne sont pas munis de systèmes de ventilation ou de chauffage. Il est prudent à ces époques de rechercher le meilleur égouttage possible des caillés et de penser à un salage suffisant.

La graisse ou peau de crapaud ou grosse peau

Quelques jours après sa fabrication, le fromage présente une surface rugueuse et mamelonnée qui a tendance au décollement par suite d'une protéolyse intense et précoce de la caséine. Cette modification est due à une microflore acidophile non bactérienne où l'on trouve des formes levures : *Mycoderma*, *Torula*, et surtout des moisissures, principalement *Oidium lactis* encore appelé *Geotrichum candidum*. Les levures produisent une odeur éthérée due à l'acétate d'éthyle. L'*Oidium* donne la

« grosse peau ». Son action est favorisée par une température exagérée des salles de moulage et de salage. Il est sensible au sel, dont l'action à 2,3 pour cent est efficace. Il convient donc de saler très tôt les fromages en diminuant la température des aires de fabrication (ventiler ou humidifier un peu le sol : l'évaporation produisant du froid).

La mise en moules retardée

La mise en moules se fait le lendemain de l'emprésurage. Il n'y a pas intérêt à attendre plus car il peut apparaître alors des mauvais goûts ou un ramollissement du caillé.

Fromage crevassé

Les crevasses résultent de la production de gaz par une flore d'origine intestinale, apportée en abondance lors de troubles intestinaux chez les chèvres en lactation, lors de parasitisme interne (coccidiose chronique...). Une prophylaxie des parasitoses et une alimentation équilibrée permettront d'y remédier.

LES DÉFAUTS DE TEXTURE

Les gonflements

C'est un accident favorisé par le défaut d'égouttage. Le caillé gonflant est brillant et présente quelquefois des trous, des goûts anormaux. Cet accident est dû à des germes de pollution, producteurs de gaz, en particulier les bactéries coliformes (*Escherichia coli*, *Aerobacter aerogenes* et des levures). Si les conditions de température sont favorables, ces germes pullulent et prennent le dessus. Les récipients où le colibacille s'est développé ont une « odeur de serpillière ».

Les ferments lactiques étant les plus sensibles aux antibiotiques, l'emploi de ces derniers, en cas de mam-

mite par exemple, gêne les ferments lactiques et permet un développement des colibacilles qui, eux, sont moins sensibles à la pénicilline. Si les antibiotiques ne sont pas en cause, on peut remédier aux gonflements en ajoutant des ferments lactiques.

On luttera aussi contre ces défauts par une désinfection soignée du matériel, par un contrôle fréquent du lait mis en œuvre, au moyen du lacto-fermentateur, enfin, par un égouttage convenable du caillé. Celui-ci est amélioré par la présence de la flore lactique, dont le développement est favorisé par un réglage judicieux de la température. L'égouttage sera contrôlé en suivant l'acidité du sérum exsudé. L'acidité augmente régulièrement, jusqu'à atteindre 70 à 80 degrés Dornic environ, sept à huit heures après la mise en moules.

Si le sérum est filant, visqueux, il s'accompagnera souvent d'un mauvais égouttage, de gonflements, d'amertume. Ceci est dû à ce que la souche de ferments lactiques est dégénérée. On nettoiera le matériel, on l'ébouillantera et l'on réensemencera avec de bons ferments lactiques.

Les défauts de prise

Lorsque le caillage est lent et le caillé pas assez ferme — malgré un apport de ferments lactiques —, on peut ajouter, s'il n'y a pas excès d'acidité, un peu de chlorure de calcium de qualité alimentaire, qui se révèle comme un adjuvant de coagulation (1 gramme par litre de lait). Un excès entraîne l'apparition d'un goût d'eau. Ce défaut de « prise » est dû à des laits « lents » ou « paresseux », laits à faible teneur en caséine, avec un manque de calcium soluble. On le note également dans des laits mouillés. On vérifiera aussi que les animaux reçoivent suffisamment de matières minérales dans leur ration journalière.

Pâte sèche

On dit que le fromage est plâtreux. Il y a un affinage insuffisant, provoqué par un égouttage trop poussé. Ce défaut est fréquent dans des laits trop acides, les ferments lactiques provoquant une synérèse du caillé beaucoup trop accentuée.

Pâte coulante

Ici l'égouttage est insuffisant (acidification du lait trop réduite, température de la salle de moulage trop basse). La caillé est très humide. On observe un développement excessif de la flore protéolytique, entraînant une digestion poussée de la caséine. Le fromage s'affaisse et coule.

Les défauts de goût

Souvent, en début de lactation (deux à trois premières semaines), le fromage se fait mal. Il est doux, fade, plat : cela est dû à un manque d'acidité du lait. Il est conseillé alors d'ajouter au lait, avant l'emprésurage : soit un peu de lait de la veille, qui s'est acidifié et qui est utilisé comme levain, soit des ferments lactiques (une ou deux heures avant emprésurage, à une température de 20 à 22 °C). De toute manière, on n'utilise pas le lait des huit premiers jours suivant la mise bas. Le lait est alors du colostrum, impropre à la consommation humaine.

Les antibiotiques

Lors de l'étude des défauts et altérations du lait, nous avons évoqué les problèmes posés par l'utilisation des antibiotiques, aussi bien au stade de la récolte du lait qu'à celui de la fabrication des fromages. L'effet

néfaste, qui ne dure que deux à trois jours pour les solutions aqueuses d'antibiotiques, peut atteindre huit jours pour les crayons et solutions huileuses.

Il conviendra donc de dépister et neutraliser les antibiotiques présents dans le lait au moyen des méthodes précitées.

Les antiseptiques et le nettoyage

Il est rare que le lait renferme des quantités très importantes d'antiseptiques. Cependant, l'eau oxygénée (fraude en France), les sels d'ammonium quaternaire ou l'eau de Javel peuvent se révéler dangereux en fromagerie.

On essaiera donc de rincer soigneusement à l'eau froide, de brosser à l'eau chaude, puis de rincer à nouveau à l'eau chaude. On évitera de rayer par brossage le matériel en matière plastique.

Si l'on désinfecte la chèvrerie, on vérifiera les produits utilisés, certains ayant des odeurs que le lait peut fixer, d'autres pouvant provoquer des perturbations dans la fabrication des fromages. Aussi doit-on bien aérer après désinfection et retarder l'entrée des chèvres.

III. LES FRAUDES SUR LE FROMAGE DE CHEVRE

A. Dans sa composition

QUELQUES RAPPELS LEGISLATIFS

La dénomination « fromage de chèvre » est réservée aux fromages de forme et de poids variables, préparés exclusivement avec du lait de chèvre. Le fromage ne devra jamais contenir moins de 45 grammes de matière grasse pour 100 grammes de fromage après complète dessiccation.

Si le lait employé est un mélange de lait de chèvre et de lait de vache contenant au minimum 25 pour cent de lait de chèvre, la dénomination qui doit être employée est « fromage mi-chèvre ». De plus, cette dénomination ne pourra être accompagnée d'aucun signe laissant croire qu'il a été fabriqué avec du lait de chèvre pur et le fromage sera revêtu d'une bande de couleur jaune, d'au moins 15 mm de largeur, sur laquelle sera indiquée, en caractères très apparents, la proportion de lait de vache mise en œuvre dans la fabrication. Si la proportion de lait de chèvre mise en œuvre est inférieure à 25 pour

cent, la dénomination du fromage ne pourra ni contenir le mot « chèvre » ni être accompagnée d'un signe laissant croire qu'il a été fabriqué avec du lait de chèvre (art. 11, trois derniers alinéas du décret du 20 octobre 1936).

La dénomination « Bleu-de-Chèvre » est réservée aux fromages fabriqués exclusivement avec du lait de chèvre.

Pour les fromages de chèvre non définis, de fabrication et de consommation locales ou régionales, ils ne sont pas soumis aux obligations d'étiquetage ci-dessus lorsqu'ils sont fabriqués et vendus par l'exploitant agricole lui-même (art. 19 du décret du 26 octobre 1953).

Dans le cas des collecteurs ou affineurs, souvent ceux-ci craignent d'indiquer la teneur en matière grasse du fromage fermier collecté, redoutant d'assumer la responsabilité d'une mention inexacte. Ils peuvent en être dispensés à condition d'indiquer la mention « fromage fermier » et la mention « matière grasse non précisée » en caractères apparents.

L'ADULTERATION DU LAIT DE CHEVRE PAR LE LAIT DE VACHE

Le mélange de lait de vache au lait de chèvre pour fabriquer un fromage gardant les qualités dominantes d'un fromage pur chèvre ne se détermine pas sans tenir compte des propriétés des éléments matière grasse et fraction non grasse des deux laits. Il ne semble pas que ni la législation actuellement en vigueur ni les propositions émises en vue de la modifier envisagent le problème qualitatif du mélange. Toutefois, l'établissement d'une législation respectant de tels critères n'est pas sans poser des problèmes se répercutant au niveau

de la production, de la fabrication et du contrôle des produits.

Actuellement se pose le problème, au niveau des producteurs, de l'adultération du lait de chèvre par le lait de vache. Et l'on peut dire qu'il n'existe aucun moyen absolu de déterminer quantitativement l'adultération, que ce soit au niveau du lait ou au niveau des fromages. Différentes méthodes ont été néanmoins proposées.

Méthode proposée par Lopez (1936)

La méthode est basée sur la différence de composition de la matière grasse des deux laits : celle provenant du lait de chèvre contient des éthers de l'acide caprylique, alors que celle fournie par le lait de vache en est presque complètement dépourvue.

On introduit 25 centimètres cubes de lait dans un erlenmeyer avec 25 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré (d = 1,19). On chauffe jusqu'à ébullition. La caséine se dissout dans l'excès d'acide.

Laisser un peu refroidir, puis ajouter 20 centimètres cubes d'éther; agiter et séparer la couche éthérée que l'on fait passer dans une petite capsule. L'éther évaporé, verser 50 centimètres cubes de glycérine et 1 centimètre cube de potasse à 50 pour cent. Chauffer à feu modéré. Le savon formé est dissous dans 100 centimètres cubes d'eau à 60 °C. Le liquide obtenu est transparent. 50 centimètres cubes sont introduits dans un erlenmeyer de 100 centimètres cubes, dans lequel on ajoute 25 centimètres cubes d'une solution de sulfate de magnésie à 15 grammes par litre. Agiter fortement l'erlenmeyer, qui est bouché, et laisser reposer six heures. Filtrer sur papier et ajouter au filtrat 10 centimètres cubes d'une solution tampon de sufate de cuivre. Si, au bout d'une heure, il n'y a pas de précipité, on peut affirmer qu'il s'agit uni-

quement de lait de vache. Dans le cas contraire, on aurait affaire à du lait de chèvre ou à un mélange de lait de chèvre et de lait de vache.

Pour déterminer les quantités de lait en présence, on détermine l'indice d'acide caprylique. A cette fin, on sépare la graisse du lait, comme indiqué ci-dessus, et l'on purifie la couche éthérée avec de l'eau alcalinisée. On évapore l'éther dans une capsule tarée que l'on porte à 105 °C pendant une heure. On prélève une quantité pesée entre 1 gramme et 1,16 gramme. On la saponifie comme ci-dessus et l'on recueille dans un creuset filtrant Schott-Iéna le précipité de caprylate de cuivre que l'on dessèche pendant une heure à 100 °C. Après avoir lavé avec un peu d'eau, on laisse refroidir et l'on pèse.

L'indice d'acide caprylique s'obtient en multipliant le poids en milligrammes obtenu par un facteur variable avec le poids de graisse prélevée. Pour 1 gramme de graisse, le facteur est égal à 0,869 et pour 1,16 gramme il est de 0,750. Une fois connu l'indice d'acide caprylique, on peut en déduire que sa limite maximale dans le beurre de vache pur est de 3,2 et que la moyenne de cet indice pour le beurre de chèvre est de 17,7. Ainsi, l'indice d'acide caprylique pour un mélange des deux laits en proportions égales sera de 10,5.

Méthode proposée par A. Chollet et A. Camus (1937)

Ces auteurs se basent également sur les acides gras du lait, donc sur des laits non écrémés de vache et de chèvre.

Après quelques travaux préliminaires, ils montrent que les acides caprylique et caprique sont en plus grande quantité dans le lait de chèvre, confirmant les travaux

de Hoestler et Wegmüller (1934) en Suisse, et que le rapport

$$R = \frac{\text{Acides volatils insolubles}}{\text{Acides volatils solubles}} \times 100$$

varie de 8 à 15 pour le beurre de vache et de 36,5 à 43,1 pour le beurre de chèvre.

Technique

Les auteurs extraient la matière grasse du fromage, soit par l'extracteur de Soxhlet et l'éther sulfurique, soit après dissolution chlorhydrique du fromage. Les résultats obtenus sont équivalents. La méthode d'extraction par l'éther après dissolution chlorhydrique semble trouver son emploi quand la pâte est molle.

Pour les essais, trois fromages furent étudiés :

1° Un fromage pur chèvre.

2° Un fromage à 75 pour cent de lait de chèvre et 25 pour cent de lait de vache.

3° Un fromage à 50 pour cent de lait de chèvre et 50 pour cent de lait de vache.

Le lait de vache employé titrait 35 grammes de matière grasse par litre, avec comme caractéristiques de la matière grasse :

TABLEAU N° 11

	Vache	Chèvre
	—	—
Indice de Crismer	44,8	40 à 42,4
Acides volatils :		
— solubles	26,7	16 à 20,9
— insolubles	2,5	6 à 8,1
— rapport	9,4	36,5 à 43,1
Indice de Kottstorfer	235	233 à 245
Indice de Planchon	27	12,6 à 18,3
Indice d'iode	23,4	16,6 à 26,9
Déviation à l'oléoréfractomètre	35	30 à 38

TABLEAU N° 12

Résultats

	Fromage de chèvre pur		Fromage à 25 % de lait de vache		Fromage à 50 % de lait de vache	
	Chiffres obtenus	Chiffres calculés	Chiffres obtenus	Chiffres calculés	Chiffres obtenus	Chiffres calculés
Acides volatils :	—	—	—	—	—	—
— solubles	19,8	19,7	21,3	21,2	22,7	22,7
— insolubles	7,3	7,5	5,8	6,4	4,9	5,2
$R = \frac{\text{Ins} \times 100}{\text{Sol}}$	36,8	38,1	27,2	30,2	21,6	22,9
Indice de Kottstorfer..	238,5	237	237	237,9	234,6	236,1
Indice de Planchon ...	18,9	18,1	20,1	20,1	21	22,2

La maturation ne semble donc pas modifier les indices de matière grasse des fromages. Les seules différences importantes se rencontrent pour les acides volatils insolubles et donc sur le rapport insolubles/solubles. La méthode est donc applicable sur des fromages fabriqués avec des mélanges de laits entiers. Il serait possible d'empêcher l'addition de lait écrémé de vache en fixant un pourcentage de matière grasse dans l'extrait sec assez élevé.

Méthode proposée par G. Hadlang et P. Solberg (1952)

Ces auteurs ont utilisé une méthode biologique qui repose sur l'utilisation de la réaction antigène-anticorps.

Rappelons qu'un antigène est une substance qui, injectée à un organisme vivant, entraîne l'apparition d'une substance antagoniste, appelée anticorps, capable

de réagir spécifiquement avec l'antigène qui lui a donné naissance. *In vitro*, la réaction antigène-anticorps peut se manifester de différentes façons : précipitation, agglutination, floculation, hémolyse...

Ainsi, en 1893, BORDET injecte du lait de vache à des lapins et obtient des sérums antilait de vache qui précipitent la caséine *in vitro*; HADLANG et SOLBERG, reprenant cette expérience, obtiennent un antisérum de lait écrémé de vache par injection intraveineuse à un lapin de lait de vache écrémé.

Le pouvoir antigène du lait a été l'objet de nombreux travaux donnant des résultats non concordants. Pour URBACH, seule la caséine est antigène; pour BARTHÉLEMI, ce sont les albumines; GENGOU et LANE CLAYPON attribuent ce rôle à la lactoglobuline; enfin, HAMBURGER rend les albumines responsables de la réaction antigène-anticorps.

De plus, JORDANOFF et KOSCHUCHAROFF ont montré la présence, dans le lait de vache et le lait de chèvre, d'antigènes dits d'espèce et d'antigènes communs. Il faut donc utiliser un artifice pour obtenir un sérum antilait de vache précipitant fortement le lait de vache et faiblement le lait de chèvre.

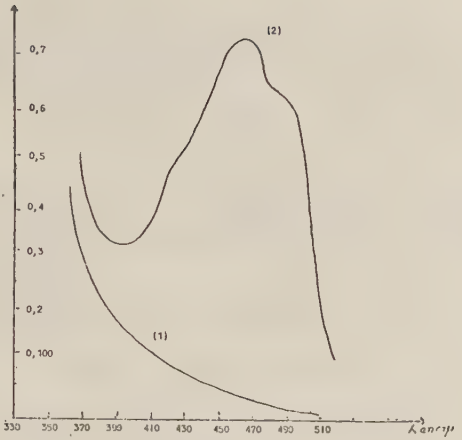
HADLANG et SOLBERG ont tenté l'isolement d'un antigène spécifique par fractionnement des protéines du lait; mais, par suite d'échecs répétés, ils reprennent la méthode de JORDANOFF et KOSCHUCHAROFF. Ils obtiennent un sérum antivache rigoureusement spécifique en absorbant les anticorps non spécifiques avec du lait hétérologue : si le sérum antilait de vache est mis en présence de lait de chèvre, les antigènes communs du lait de chèvre vont se fixer aux anticorps non spécifiques du sérum. Après élimination du précipité ainsi formé, il ne restera plus dans le sérum que les anticorps antivache. Le sérum antivache spécifique, une fois obtenu, est mis

en présence du lait suspect de fraude et se révèle capable de détecter des quantités de 1 à 2 pour cent de lait de vache mélangé à du lait de chèvre. Dans une éprouvette, où quelques gouttes de l'antisérum sont mises au contact de l'échantillon, on peut observer la précipitation et l'agglutination des micelles de protéines. Ce test fut expérimenté avec succès par les auteurs dans deux laiteries recevant du lait de chèvre, aussi bien sur du lait entier que sur du lait écrémé. Actuellement, cette méthode est appliquée en Norvège, mais son succès reste limité en raison d'un coût d'application trop élevé.

Méthode proposée par Kuzdzal-Savoie et W. Kuzdzal (1959)

La méthode proposée (applicable au lait et au fromage) repose sur l'observation suivante : le lait de chèvre ne contient pas de β carotène alors que ce pigment liposoluble est toujours présent dans le lait de vache. La méthode est applicable au fromage, la concentration en carotène ne variant pas au cours de l'affinage. Il suffit donc de s'assurer de l'absence de β carotène pour affirmer qu'il s'agit de produits « pur chèvre ».

Le β carotène est isolé de l'insaponifiable de la matière grasse du lait ou du fromage par chromatographie d'adsorption sur colonne d'alumine. Il est ensuite caractérisé par son spectre d'absorption en lumière visible.



Spectres d'absorption des solutions de matière grasse dans l'hexane

(1) Lait de chèvre.

(2) Lait de vache.

On voit que dans le lait de chèvre on ne retrouve aucun pic caractéristique du β carotène visible sur la courbe (2).

Technique

1° Saponification : par la méthode de SOXHLET à l'éther de pétrole.

2° Extraction de l'insaponifiable.

3° Chromatographie : le β carotène est entraîné sélectivement sous forme d'un anneau orange par une solution d'hexane contenant 0,75 pour cent d'acétone; lorsque l'analyse est effectuée sur du lait ou du fromage de chèvre, on ne voit pas cet anneau orange.

Les résultats sont exprimés en grammes ou en milligrammes de β carotène pour 100 grammes de matière grasse.

Application de la méthode

1) Dosage du β carotène dans le lait au Centre national des recherches zootechniques. On a dosé : 180 milligrammes de β carotène par litre de lait.

2) Dosage du β carotène dans le fromage. On déter-

mine le taux butyreux du lait de vache et du lait de chèvre. On incorpore ensuite à deux échantillons de lait de chèvre des quantités de lait variables, de telle sorte que l'on a quatre échantillons :

I. Lait de chèvre pur.

II. Mélange à 75 pour cent de lait de chèvre et 25 pour cent de lait de vache.

III. Mélange à 50 pour cent de lait de chèvre et 50 pour cent de lait de vache.

IV. Lait de vache pur.

Le tableau n° 13 rend compte des résultats obtenus au cours de deux expériences A et B où la matière grasse sur laquelle est effectué le dosage du β carotène est extraite des fromages (20 g) par la méthode de SOXHLET.

On représente ensuite les spectres d'absorption.

La méthode proposée, comme celle de CHOLLET et CAMUS, n'est pas applicable à une fraude s'exerçant sur le lait écrémé. De plus, la teneur moyenne de lait de vache en β carotène varie suivant la race, le pâturage, le stade de lactation. Néanmoins, il reste facile d'analyser en même temps qu'un fromage de chèvre un fromage fabriqué avec du lait de vache dans la même région et à la même époque que le fromage de chèvre suspecté.

L'intérêt, par rapport à la méthode de CHOLLET et CAMUS, est que le β carotène présent dans le lait de vache est complètement absent dans le lait de chèvre.

TABLEAU N° 13

Teneur en β carotène des fromages fabriqués avec des laits de vache et de chèvre purs ou mélangés

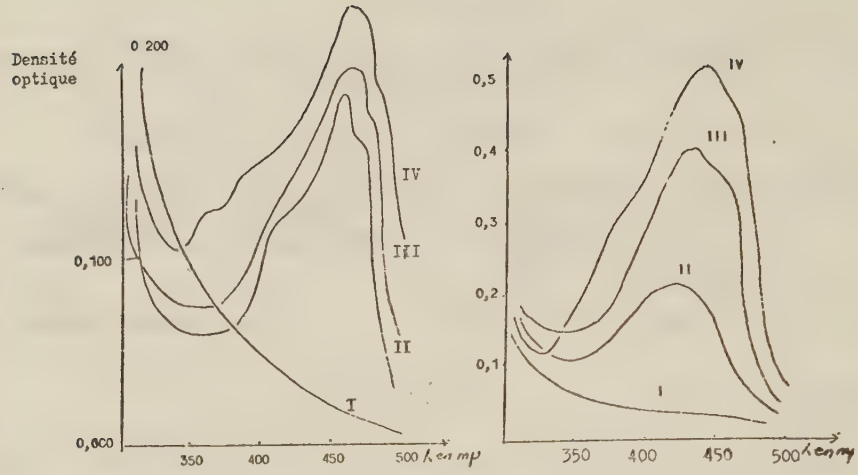
Première partie. — Modalités de fabrication des fromages.

	Date de la fabrication des fromages	Taux butyreux du lait		Quantité de lait (en litres) mis en œuvre dans la fabrication				
		Chèvre	Vache		I pur	II mélangé	III mélangé	IV pur
Expérience A	21.10.57	34	40	Lait de chèvre	2	1,5	1	0
				Lait de vache	0	0,425	0,85	2
Expérience B	9.12.57	42,5	32,5	Lait de chèvre	1	0,75	0,5	0
				Lait de vache	0	0,327	0,653	1

Deuxième partie. — Résultats de l'analyse.

	Date de l'analyse des fromages affinés	Quantité de β carotène exprimée en mg pour 100 g de matière grasse						Erreur relative p. cent	
		Dosée				Calculée			
		I	II	III	IV	II [1]	III [1]	I	II
Expérience A	15.11.57	0	118,5	247,2	509,6	127,9	254,8	— 7,0	— 3,0
Expérience B	17.12.57	0	116,0	220,6	493,0	123,2	246,5	— 5,7	— 20,5

(1) La matière grasse du lait ayant servi à la fabrication des fromages II et III contient respectivement 25 et 50 % de matière grasse de lait de vache. Le taux de β carotène de la matière grasse des fromages II et III devrait correspondre à 25 et 50 % du taux de β carotène de la matière grasse du fromage fabriqué à partir du lait de vache pur.



Expérience A

Spectres d'absorption d'éluats insaponifiables de la matière grasse de fromages fabriqués.

Expérience B

Insaponifiables de la matière grasse de fromages fabriqués.

Méthode proposée par Alice Pierre et A. Portmann (1970)

Ces deux auteurs utilisent l'électrophorèse en gel de polyacrylamide, basée sur la différence de migration électrophorétique des caséines αs_1 du lait de vache et du lait de chèvre. Aschaffenburg, en 1964, montre que la caséine αs_1 du lait de vache a une mobilité électrophorétique supérieure à la caséine α du lait de chèvre. On décèle ainsi une addition de 1 à 2 pour cent de lait de vache dans le lait de chèvre. Albonico (1966) signale que, par électrophorèse sur acétate de cellulose, on peut mettre en évidence 5 pour cent de lait de vache. Asséнat, en 1967, applique l'électrophorèse en gel de polyacrylamide aux protéines du fromage de Roquefort pour déceler le lait de vache ajouté au lait de brebis.

Méthode et matériel

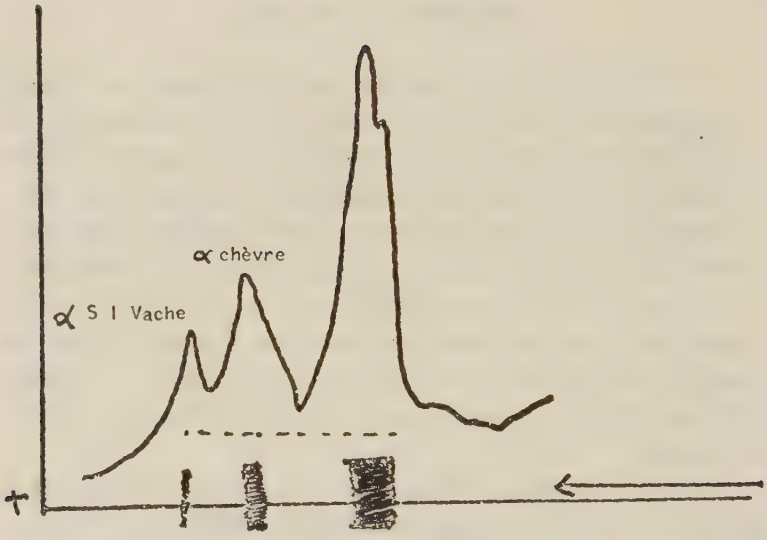
Le gel de polyacrylamide est coulé dans des cuves rectangulaires. Le gel est obtenu par polymérisation à l'abri de l'air. Des rectangles de papier Whatman 3 MM imprégnés des solutions à analyser sont insérés verticalement dans le gel. Les bacs à électrophorèse sont parcourus par un fil de platine et les échantillons étant près de la cathode, la jonction électrique est telle que la migration des protéines se fera vers l'anode. Pour la caséine, on opère à 4 °C, pendant huit heures, avec un courant de 5 mA par plaque, soit un voltage de 80 V environ.

L'analyse photométrique des bandes d'électrophorèse est faite avec un photomètre manuel qui donne la densité optique à partir de laquelle on construit les courbes correspondantes. Le lait ou le fromage est amené à pH = 4,6, de manière à séparer les fractions protéiques solubles et insolubles.

Si la caséine β du lait de vache migre comme la caséine β du lait de chèvre, par contre les caséines α ont une migration différente. L'unité est la distance des bandes à l'origine (RF). Pour la caséine αs_1 de vache, cette valeur est de 1,10 à 1,21. Elle est de 1,00 à 1,05 pour la caséine αs_1 du lait de chèvre.

Exemple de mesure et de calcul

Le principe de la méthode est de mesurer la teneur du mélange en caséine αs_1 du lait de vache et à comparer cette valeur à la teneur moyenne en caséine αs_1 du lait de vache pur. On a un fromage de vingt jours fabriqué avec un mélange de lait de vache et de lait de chèvre. La figure qui suit montre l'électrophorèse de la fraction caséine.



Electrophorèse en gel de polyacrylamide de la fraction insoluble à pH 4,6 d'un fromage fabriqué à partir d'un mélange de lait de vache et de lait de chèvre.

La surface du pic αs_1 du lait de vache (SαE) est de 52 mm^2, la surface totale des pics (SCE) est égale à 800 mm^2 et la surface correspondant aux caséines β de lait de chèvre et de lait de vache en mélange (SαE) est de 485 mm^2.

Avec SαE = Surface de la courbe densitométrique correspondant à αE

SCE = Surface de l'ensemble des courbes densitométriques correspondant à la totalité de la caséine de l'échantillon (CE).

$$r = x \times 100 \frac{S\alpha E}{SCE} \times \frac{100}{38,9} = x \times 100 \frac{52 \times 100}{800 \times 38,9}$$

$$= 16,7 \text{ pour cent.}$$

r = proportion de lait de vache ajouté au lait de chèvre.

$x : \frac{\alpha E}{\alpha T} \times 100$ avec x = g de protéines de lait de vache dans 100 grammes de protéines de l'échantillon étudié.

αE = teneur de l'échantillon en caséine αs_1 du lait de vache en pourcentage des caséines totales.

αT = teneur moyenne du lait de vache en caséine αs_1 en pourcentage des caséines totales = 38,9.

La vitesse de migration est fonction de la concentration en protéines de l'échantillon. Elle augmente avec la concentration.

Application de la méthode

Mélanges de laits.

TABLEAU N° 14

Dosage du lait de vache en mélange avec du lait de chèvre en proportions connues

Proportion de lait de vache additionné au lait de chèvre (p. cent)	Proportion de protéines de lait de vache du mélange (pourcentage des protéines totales)	
	Réelle	Mesurée
10	11	9
20	22	18
50	53	60
75	77	87
100	100	108

Fromages.

Les résultats sont satisfaisants jusqu'à quinze à vingt jours de haloir. Après, la dégradation de la caséine se traduit par une moins bonne séparation des bandes. Néanmoins, il existe toujours, en avant de la caséine de chèvre, deux bandes qui n'existent pas dans le fromage « pur chèvre ». On peut ainsi dire s'il y a eu ou non addition de lait de vache au lait de chèvre.

TABLEAU N° 15

Dosage du lait de vache dans des fromages de chèvre, type Chabichou, de composition connue

Proportion de lait de vache ajouté au lait de chèvre (p. cent)	Proportion de protéines de vache dans le lait de fabrication (en pourcentage de protéines totales)	Proportion de protéines de lait de vache trouvée dans les fromages (en pourcentage de protéines totales)			
		Avant la mise en haloir	Après un séjour au haloir de : 10 jours	20 jours	60 jours
10	11	9	13	10	3
20	22	22	27	16	4
50	53	64	71	53	26
75	77	88	105	79	62
100	100	130	125	104	103

Discussion

La méthode conduit donc à calculer un pourcentage de protéines de vache par rapport aux protéines totales. La caséine αs_1 est un constituant majeur du lait de vache et n'est pas modifiée par chauffage du lait. Enfin, pendant la fabrication des fromages, la totalité de la caséine αs_1 est retenue dans le fromage.

Les sources d'erreur viennent de la valeur de $\alpha T = 38{,}9$, de l'état de maturation et de la technique elle-même.

Néanmoins, cette méthode permet de détecter une addition de 1,5 à 2 pour cent de lait de vache au lait de chèvre. Pour le « fromage de chèvre », l'appréciation qualitative est seule suffisante pour prouver la fraude.

Pour le fromage « mi-chèvre », l'application quantitative sera nécessaire avec, ici, la prudence qu'imposent les causes d'erreur énoncées ci-dessus. Les prélèvements seront effectués sur les fromages les moins affinés.

En conclusion, cette méthode permet de détecter et doser aussi bien du lait de vache entier qu'écrémé. De plus, elle est sensible et sûre. Une amélioration des techniques permettra d'améliorer la précision.

B. Sur sa forme et son nom

De nombreuses discussions ont déjà eu lieu. En effet, certaines laiteries ne se contentent plus de faire du « mi-chèvre » (qui peut contenir jusqu'à 75 pour cent de lait de vache) et fabriquent, l'hiver surtout, du fromage 100 pour cent lait de vache en adoptant la forme traditionnelle du fromage de chèvre de Sainte-Maure. Ceci dans un but de continuité commerciale, ce qui permet de tenir la clientèle pendant l'hiver et évite d'avoir à la récupérer au printemps.

Il n'y a pas ici fraude car l'indication « fromage de chèvre » ne figure pas. Mais le consommateur n'est pas non plus prévenu par l'indication « fromage au lait de vache ». En somme, le consommateur est averti lorsqu'il s'agit d'un « mi-chèvre » (papier d'emballage marqué d'une bande jaune), alors que rien n'attire l'attention s'il s'agit d'une forme chèvre à 100 pour cent de lait

de vache. De cette manière, le consommateur, ignorant la législation complexe des fromages, mange du fromage de vache, croyant manger, en raison de sa forme spéciale, du fromage de chèvre. Cette imitation des formes risque de lasser le consommateur. Pour la laiterie, cette méthode valorise le lait de vache. Le consommateur, habitué à des prix plus élevés pour le fromage de chèvre, paie par erreur une « imitation » plus cher qu'il ne paierait un fromage « lait de vache ». Aussi les laiteries ne résistent-elles pas toujours à de tels procédés.

Les Pouvoirs publics ne sévissent que dans des cas manifestes de fraudes. Ainsi, un commerçant ayant vendu des fromages « Selles-sur-Cher » étiquetés avec une tête de chèvre et fabriqués avec du lait de vache, a été condamné, le 27 juin 1967, par le tribunal de grande instance de Blois, à 500 F d'amende et un mois de prison avec sursis. Ayant fait appel, la Cour d'appel d'Orléans a supprimé la peine de prison mais porté l'amende à 2 000 F.

Il convient donc, pour lutter contre les fraudes détournées et difficiles à combattre, comme l'imitation de forme et de nom, de créer un label, de demander une appellation d'origine, d'exiger que l'expression « fromage de lait de vache » figure sur les formes « chèvre ». Mais, hélas ! le revendeur peut tout simplement ôter l'emballage et le fromage de vache ressemblera comme un frère au fromage de chèvre fermier pour lequel étiquetage et emballage individuels ne sont pas obligatoires. Actuellement, le Conseil d'État s'est fixé pour règle qu'une forme déterminée ne peut être réservée à un fromage. Il conviendrait que les Pouvoirs publics modifient cet état de fait.

CONCLUSION

« Il est très difficile de gouverner un pays quand il y a deux cents fromages dans ce pays », a dit une personnalité célèbre. Encore oublie-t-elle tous ces fromages piquants ou salés ou à fermentation plus ou moins avancée.

Cela sert-il producteur, transformateur ou consommateur ? Est-il souhaitable d'avoir un Sainte-Maure de 18 centimètres, un autre de 15 centimètres, un autre de 12 ? Est-il rationnel d'avoir pour deux fromages pratiquement semblables, comme le Valençay et le Levroux, deux appellations différentes; d'avoir un Pouligny-Saint-Pierre également pyramidal, mais un peu plus pointu ? Est-il commercial d'avoir un petit, moyen et gros « Crottin » ?

Certes, le Français aime à découvrir et apprécier des productions aussi nombreuses que variées au cours de ses randonnées touristiques. De plus, certains fromages locaux trouvent aisément des débouchés vers les régions urbaines.

Mais ne serait-il pas préférable, à la place de tous ces fromages, de n'en posséder que quelques-uns bien caractéristiques par leurs formes, poids, techniques de fabrication et de présentation (emballage, appellation). Il importe que imitations et qualités douteuses soient

pourchassées et bannies. Encore faudrait-il que les producteurs de lait de chèvre soient groupés et représentés dans les organismes habilités. A l'heure où s'ouvre le Marché commun et ses 200 millions de consommateurs, il est d'une grande importance, du producteur au détaillant de fromages, de s'associer et de poursuivre leurs efforts dans cette voie.

Vu :
Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur,
Ch. LABIE.

Vu :
Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire.
rapporteur,
R. FLORIO.

Vu :
Le Président de la Thèse,
ROUX.

Vu et permis d'imprimer :
Toulouse, le 1er avril 1971.
Le Président de l'Université
Paul-Sabatier,
L. LARENG.

BIBLIOGRAPHIE

ALAIS Charles. — Sciences du lait; principes des techniques laitières. Édition S.E.P., Paris, 1965, 610 pages.

— *La Chèvre,* n° 19, pp. 8-14; n° 30, p. 4; n° 32, pp. 7-8; n° 45, pp. 12-16; n° 49, p. 23; n° 63, pp. 20-23.

Annuaires de statistiques agricoles, Ministère de l'Agriculture, 1968 et 1969.

CHOLLET A., CAMUS A. — Étude de la matière grasse du lait de chèvre; son application éventuelle à la recherche du mélange : lait de chèvre et lait de vache. — *Le Lait,* 1937, 17, 135.

COMMERGNAT J. — Contribution à l'étude de l'élevage caprin. — Thèse doct. vét., Maisons-Alfort, 1960.

FATOUX A. — *La Chèvre,* n° 52, pp. 1-4; n° 15, pp. 1-4.

GAILLARD Gilbert, HENRI Christian. — A propos du fromage de chèvre. — *La Chèvre,* n° 36, pp. 8-12.

GUÉRAULT A. M. — La fromagerie devant les techniques nouvelles, 2e éd., 308 pages. — Édition S.E.P., Paris, 1966.

GUILLET LHERMITE. — Contribution à l'étude de l'élevage caprin en France. — Thèse doct. vét., Lyon, 1964.

HADLANG, SOLBERG P. — Serological detection of cows milk added to goat's milk. — *Dairy Science Abstracts,* 1953, 15, 74.

KUZDZAL-SAVOIE, KUZDZAL W. — La recherche du lait de vache ajouté au lait de chèvre; application au cas des fromages. — *Ann. techn. agric.,* 1959, 7, 131-144.

LASNET DE LANTY H. — Fromages frais, laits fermentés. — *La Maison rustique,* Paris, 1966.

LE HARSIF J. — La chèvre et ses produits en Poitou. — Thèse doct. vét., Toulouse, 1949.

LOPEZ R. C. — Différenciation des laits de chèvre et de vache. — *Le Lait,* 1936, 16, 1122.

Milk Industry, 1968, 12e numéro, cité dans la *Revue du froid,* 59e numéro, n° 4, avril 1968, p. 517.

PLUME Christian. — *Le Livre des fromages,* Édition des Deux Coqs d'or, Paris, 1968, 315 pages.

PORTMANN A. — Congélation et stockage du fromage de chèvre. — Laboratoire de technologie laitière, *La Revue de l'élevage,* 45e numéro (spécial) : « Moutons et chèvres », 1969, pp. 127-128.

PORTMANN A., PIERRE A. — Emploi de l'électrophorèse en gel de polyacrylamide pour mettre en évidence et doser le lait de vache ajouté au lait de chèvre. Application au cas des fromages. — *Annales de Technologie agricole,* 1970, 19 (2), pp. 107-130.

PORTMANN A., PIERRE A., VEDRENNE P. — Relation entre teneur en matière grasse et azotée du lait de chèvre et rendement en fromage. — I.N.R.A., Laboratoire de technologie laitière, Surgères (Ch.-Mar.), *Revue du lait,* 1968 (251), pp. 97-101.

RICORDEAU G. — *La Chèvre,* n° 62, pp. 6-10.

RICORDEAU G., MOCQUOT G. — Influence des variations saisonnières de la composition du lait de chèvre sur le rendement en fromage et conséquences pratiques pour la sélection. — *Annales zootechniques,* 1967, 16 (2), pp. 165-181.

SIMÉON M. — Contribution à l'étude de méthodes pour la recherche du lait de vache mélangé à celui des brebis; application au fromage de Roquefort. — Thèse doct. vét., Maisons-Alfort, 1966.

STADHOUDERS J., VERINGA H. A. — Défauts de texture et saveur du fromage provoqués par des bactéries présentes dans la présure contaminée. — *Milk Dairy J.,* 1967, t. 21, n° 314, p. 192.

TIERSONNIER B. — Le froid en fromagerie de chèvre. — *Le Lait,* 1970, n° 497, pp. 415-419.

VEISSEYRE R. — Récolte, traitement et transformation du lait. — « Techniques laitières », 2e éd., 617 pages. *La Maison rustique,* 1966.

IMPRIMERIE TOULOUSAINE (Vve LION) - 16, rue Lakanal - TOULOUSE
Dépôt légal, 2e trim. 71. Aa 614